

Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava

Fakulta bezpečnostního inženýrství

Katedra požární ochrany a ochrany obyvatelstva

Přirozená a nucená ventilace garáží

Natural and Forced Ventilation of Garages

Student:

Vedoucí diplomové práce:

Studijní obor:

Datum zadání diplomové práce:

Termín odevzdání diplomové práce:

Ing. Lumír Vlk

doc. Dr. Ing. Miloš Kvarčák

Technika PO a BP

20.11.2008

30.04.2009

**„Místopřísežně prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci vypracoval samostatně.
Přílohu č. 3 jsem samostatně doplnil o zakreslení měřících bodů a referenčního místa
pro výpočet objemového průtoku vzduchu, dle doby chodu motoru “**

V Brně 30. dubna 2009

**.....
Ing. Lumír Vlk**

Děkuji především panu doc. Ing. Miloši Kvarčákovi za vedení mé diplomové práce. Dále pak Ing. Miroslavu Čížkovi za svolení použít materiály firmy AZ Klima a panu Ing. Vladimíru Bartosovi za udělení souhlasu k měření v objektech obchodního řetězce Interspar.

ANOTACE

Vlk, L. : *Přirozená a nucená ventilace garáží*. Diplomová práce. VŠB-TU Ostrava 2009, 71 stran.

Klíčová slova : garáže, přirozený a nucený odvod vzduchu, směr a rychlost větru, tlak a teplota vzduchu, emise, kontaminace, škodliviny

Diplomová práce se zabývá problematikou proudění vzduchu v garážích.

Problémem koncentrací škodlivin výfukových plynů v uzavřených garážích v pohledu legislativy ČR a Evropy. Práce je zaměřena jak teoreticky, tak i s využitím měření v uzavřených podzemních garážích v OC v Jablonci a dále s využitím měření v otevřených garážích v ISP v Brně na ulici Vídeňská.

Cílem práce je vyhodnocení proudění vzduchu s ohledem na stavební provedení a se zaměřením na schopnost množstevního odvodu škodlivin znehodnoceného vzduchu v hromadných garážích.

Závěrem je konstatován pohled z legislativně právního hlediska České republiky a Evropské unie.

ANNOTATION

Vlk, L. : *Natural and Forced Ventilation of Garages*. Diploma thesis. VŠB-TU Ostrava 2009, 71 stran.

Key words: garage, natural and forced air venting, wind direction and speed, air pressure and temperature, emission, contamination

Diploma thesis deals with the problem of a garage air flow. Problems of harmful exhaust substances within closed garages as seen in the Czech and European legislative. The work focuses not only on the theory but also on practical observations from the underground garage in Jablonec SC and the opened garages in Brno Vídeňská ISP.

There are also noted contamination values of the forced air exhaust area.

Lastly there is noted the view of Czech and EU legal legislative.

Obsah :

1. Úvod.....	2
2. Typy garáží.....	3
2.1. Jednotlivé a řadové garáže	3
2.2. Hromadné garáže.....	3
2.3. Garáže s mechanickým systémem ukládání vozidel	3
3. Škodliviny vznikající v garážích	4
4. Hygienické požadavky	5
5. Maximální přípustná koncentrace CO dle legislativy v ČR a v Evropě	5
6. Emise – způsob výpočtu.....	6
7. Výpočtové parametry pro určení objemového průtoku vzduchu	7
7.1 Délka trasy.....	7
7.2 Doba volnoběhu	8
7.3 Množství parkujících a projíždějících vozidel	8
7.3.1 Garáže s průběžnou výměnou	8
7.3.2 Garáže se špičkovým provozem.....	9
8. Výpočet objemového množství průtoku vzduchu	10
8.1 Jednotlivé a řadové garáže	10
8.2 Hromadné garáže.....	10
9. Garáže s průběžnou výměnou vozidel	11
10. Garáže se špičkovým provozem.....	12
11. Způsoby větrání hromadných garáží	13
12. Odvod vzduchu s použitím VZT potrubí	14
13. Odvod vzduchu s použitím proudových ventilátorů	14
13.1 Obecné požadavky	15
14. Detekce CO v podzemních garážích	15
14.1 Měřicí principy resp. druhy senzorů:	16
14.2 Provoz detekčního systému	17
15. Měření rychlosti proudění vzduchu v podzemních garážích v OC v Jablonci.....	17
15.1. Schválení měření zástupce obchodního řetězce Intersparu	17
15.2 Umístění objektu	17
15.3 Popis zařízení – odvodních ventilátorů s potrubními trasami	17
15.4. Popis samotného měření proudění vzduchu.....	23
15.5. Soupis a data měřících bodů.....	23
15.6. Zhodnocení měření.....	56
16. Měření rychlosti proudění vzduchu v otevřených garážích v OC v Brně, na ulici Vídeňská	56
16.1. Schválení měření zástupce obchodního řetězce Intersparu	56
16.2. Umístění objektu	56
16.3. Popis samotného měření rychlosti proudění vzduchu v prostoru	62
16.4. Data jednotlivých měřících bodů	62
16.5. Vyhodnocení měření	66
18. Závěr.....	68
19. Seznam použité literatury a norem	69
20. Seznam obrázků	71
21. Seznam tabulek	71
21. Seznam příloh.....	71

1. Úvod

Po roce 1990 byl zaznamenán velký rozmach ve výstavbě kancelářských, sportovních a víceúčelových objektů, obchodních a společenských center. S touto výstavbou byla a je spojena také mnohem vyšší potřeba komunikačních a parkovacích ploch. Nadzemní komunikace a parkovací plochy jsou v centrech velkých měst značně omezeny a s touto potřebou se zástupci měst a investoři vyrovnávají zřizováním nejčastěji podzemních parkovacích stání. Pokud jsou centra umístěna na kraji měst, tento problém neřeší a zřídí komunikační a parkovací plochy ve venkovním prostředí. Objekt, který je nejvíce „zasažen“ možnostmi kontaminace z výfukových plynů je objekt společenského, obchodního, nebo víceúčelového centra. A to z důvodu, že v těchto centrech je mnohem větší fluktuace vozidel. Kdežto v kancelářském objektu stojí zaparkovaná auta v co největším počtu, celou pracovní dobu. V ČR se navrhuje větrání garáží (odvod znehodnoceného vzduchu) dle normy ČSN 73 6058 [3] **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů..**

Cílem práce je vyhodnocení proudění vzduchu s ohledem na stavební provedení a se zaměřením na schopnost množstevního odvodu škodlivin znehodnoceného vzduchu v hromadných garážích. Jedná se o odvod škodlivin z garáží uzavřených a otevřených. Z každého typu garáží jsem si vybral, pro měření proudění vzduchu v prostoru, jeden objekt.

V diplomové práci je uvedena a rozebrána teorie, jako uvedení do problému proudění vzduchu v garážích a dále jsou zde uvedeny výsledky provedených měření, výpočty množstevního odvodu škodlivin od vozidel s různými typy motorů.

Nyní následuje teoretická část diplomové práce, jež obsahuje popis jednotlivých druhů garáží a blíže nás seznámí s problematikou způsobu odvětrání, možnosti spojení se zařízením pro odvod tepla a kouře, měření koncentrace CO. V této části je uveden také výpočet doby volnoběhu pro měřené garáže v OC v Jablonci.

2. Typy garáží

2.1. Jednotlivé a řádové garáže

Tyto garáže mají stání vozidel v jedné, nebo nejvíce ve dvou řadách – každé stání má samostatný vjezd. Větrání těchto garáží se navrhuje přirozené, příčné, vybavené neuzavíratelnými otvory v protilehlých stěnách, a to vždy u podlahy a pod stropem.

2.2. Hromadné garáže

Hromadné garáže můžeme rozdělit na samostatně stojící objekty a na garážové prostory umístěné ve víceúčelových objektech (kulturní, obchodní a společenská centra).

Ve víceúčelových objektech musíme větráním zajistit odvod škodlivin vzniklých automobilovým provozem, jejich neproniknutí do dalších úseků či podlaží budovy (dle zákona č. 183/2006 Sb.[17], resp. Stavební vyhlášky č. 137/1998 Sb.[8]). V takovýchto případech je nutné volit nucené podtlakové větrání garážových prostor.

2.3. Garáže s mechanickým systémem ukládání vozidel

Garáže s mechanickým ukládáním vozidel jsou prostory, ve kterých jsou automobily dopravovány a uskladňovány pomocí mechanických zařízení, tento druh garáží je bezobslužný.

Tyto garáže využívají max. možný prostor pro uložení vozidel, jsou minimalizovány komunikační, obslužné, nájezdové prostory, což je jejich výhodou. Další z výhod těchto garáží je nízká koncentrace škodlivých látek, protože parkování vozidel a jejich zakládání se provádí s vypnutým motorem. Z tohoto dále vyplývá, že tato varianta garáží potřebuje minimum větracího vzduchu (pro odvod škodlivin).

3. Škodliviny vznikající v garážích

„Hlavními škodlivinami, které jsou obsaženy ve výfukových plynech jsou oxid uhelnatý CO, oxid siřičitý SO_2 , oxidy dusíku NO_x , cyklické uhlovodíky (deriváty pyrenu), aldehydy (zejména akrolein), nespálené uhlovodíky, olovo, saze a olejová mlha [20].

Oxid uhelnatý je bezbarvý plyn bez chuti a zápachu, lehčí jak vzduch. Při vdechování CO vzniká v krvi karboxylhemoglobin COHb, který omezuje okysličování tkání.“[20]. Výsledkem toho mohou být nevolnost, únava, poruchy dýchání a soustředění, neurologické a kardiovaskulární potíže, ztráta vědomí a v extrému i smrt.

Mezní přípustná hodnota COHb v krvi jsou 3%.

Při pomalé chůzi lze tuto hodnotu dosáhnout za cca:

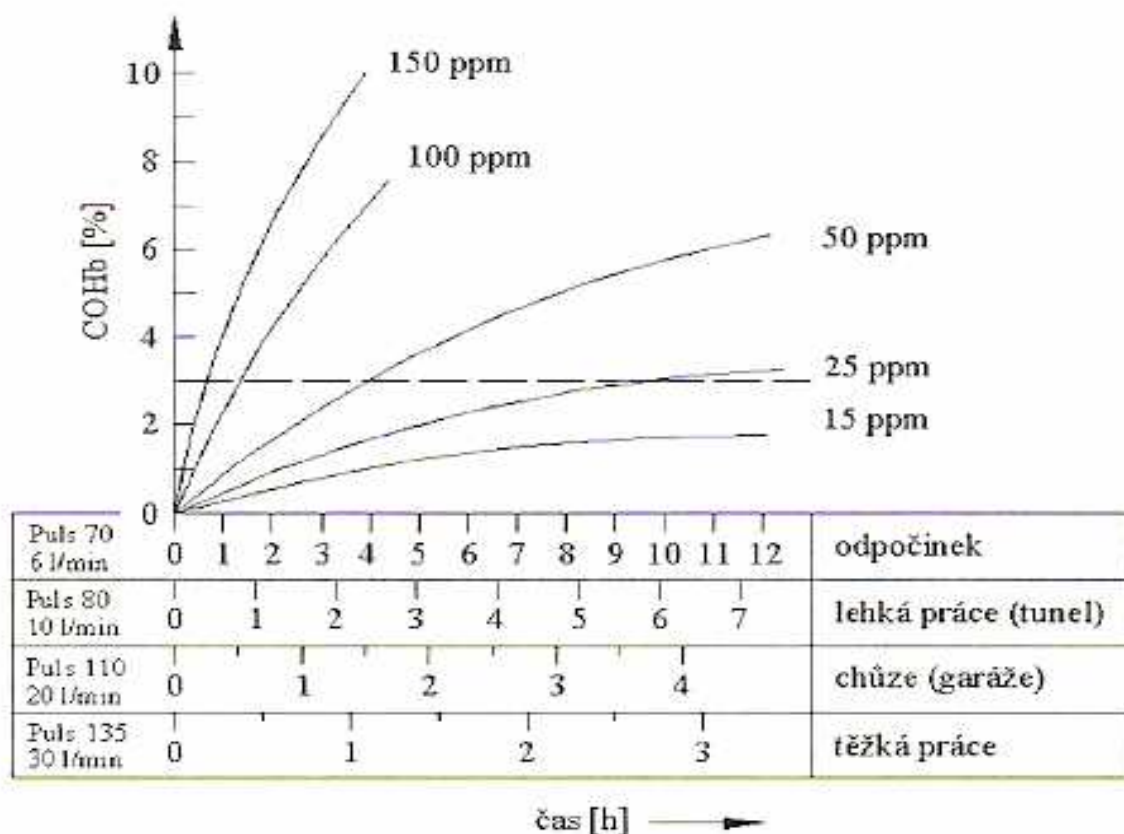
10 minut při vdechování vzduchu s koncentrací CO 250 ppm,

15 minut při vdechování vzduchu s koncentrací CO 150 ppm,

30 minut při vdechování vzduchu s koncentrací CO 100 ppm,

60 minut při vdechování vzduchu s koncentrací CO 50 ppm.

Pozn.: $1\text{ppm} = 1\text{cm}^3/\text{m}^3$



Obrázek 1: Obsah COHb v krvi v závislosti na intenzitě dýchání dle [24]

4. Hygienické požadavky

V případě řešení garáží jako trvalého pracovního místo pro obsluhu, jsou jednoznačně dané hygienické požadavky pro zajištění kvality pracovního prostředí, dle platných nařízení vlády [7][7],[9],[13].

Požadavky na parametry vnitřního prostředí pro ostatní osoby, které se v prostorách garáží nachází, nejsou v současných hygienických předpisech uvedeny. Jednou z možností jsou požadavky českých státních norem, které jsou z právního hlediska pouze doporučením, nejsou závazným předpisem.

Výpočtové hodnoty koncentrace CO se v používaných předpisech liší. Níže je uvedeno jejich porovnání s požadavky předpisů ČR pro pracovní a pobytové prostředí, se zahraničními normami.

5. Maximální přípustná koncentrace CO dle legislativy v ČR a v Evropě

Dle České legislativy

dle ČSN 73 6058	87 ppm pro 30-ti minutový limit
dle NV č. 361/2007 Sb.	26 ppm pro celosměnný limit
	130 ppm pro 10-ti minutový limit
dle Vyhlášky č. 6/2006 Sb.	5 ppm pro 60 min

Dle zahraničních norem

- dle VDI 2053	60 ppm po dobu 15 minut
-dle ÖNORM H 6003 pro normální provoz je	50 ppm pro 30-ti minutový pobyt
maximálně	100 ppm pro 30-ti minutový pobyt

Větrání, resp. množství odsávaného vzduchu je dimenzováno dle údajů o koncentraci oxidu uhelnatého. Předpokládá se, že budou-li dodrženy limity oxidu uhelnatého, budou přípustné koncentrace splňovat i ostatní v garážích vznikající škodliviny[20].

6. Emise – způsob výpočtu

Emise CO dle ČSN

Dle ČSN 73 6058 [3] **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.** je základní výpočtová hodnota emise oxidu uhelnatého jednoho osobního vozidla udána 0,5 m³/h při pomalé jízdě i volnoběhu.

Tato norma vznikala před více jak dvaceti lety. Za tuto dobu se automobilová doprava a hlavně motory automobilů značně zmodernizovaly, dnešní automobily mají menší vývin škodlivých látek, než ty, na které byla tato norma navrhnutá. Z toho vyplývá, že systém VZT může být naddimenzován. Dalším mínusem této ČSN je zanedbání stavu motoru, typu paliva a způsobu jízdy. Tato norma je sice staršího data, ale metodika výpočtu není nesprávná, jen je příliš zjednodušující.

Emise CO dle rakouské normy ÖNORM H 6003 [4]

Příkladem podrobnějších údajů je rakouská norma ÖNORM H 6003 z roku 1997, kde jsou emise CO rozlišeny pro jednotlivé motory i pro stav motoru (teplý, právě vjíždějící, studený, startující). V této normě jsou uvedeny standardní druhy motorů, tzn. zážehový a vznětový. Nejsou zde uvedeny motory pro alternativní druhy paliva.

Propočet dle této normy je přesnější a to z důvodu, že jsou samostatně uvedeny emise pro jednotlivé druhy jízd a to: - pro jízdu po rovině a klesání, - jízdu při stoupání po rampě a pro volnoběh.

Tabulka 1: Emise oxidu uhelnatého jednoho vozidla dle [4]

Druh provozu		Volnoběh	Jízda po rovině	Jízda při stoupání			
				5 %	10%	15%	20%
Emise CO pro motor		g/h voz.	g/km voz.				
Zážehový s katalyzátorem	teplý	20	6,5	13	18	23	26
	studený	70	32	45	63	81	90
Zážehový bez katalyzátoru	teplý	110	18	27,5	36	46	55
	studený	203	33	50,8	68	85	102
Vznětový	teplý	5	0,6	0,8	1	1	1,5
	studený	11	1,5	1,7	2	2,5	3

K určení složení motorových vozidel v Rakousku je uveden v normě [4] předpoklad:
zážehový motor s katalyzátorem / zážehový motor bez katalyzátoru / vznětový motor:

rok 2000:	54,2 /	12,5 /	33,3%
rok 2005:	54,4 /	5,3 /	40,3%
rok 2010:	53,2 /	2,9 /	43,8%.

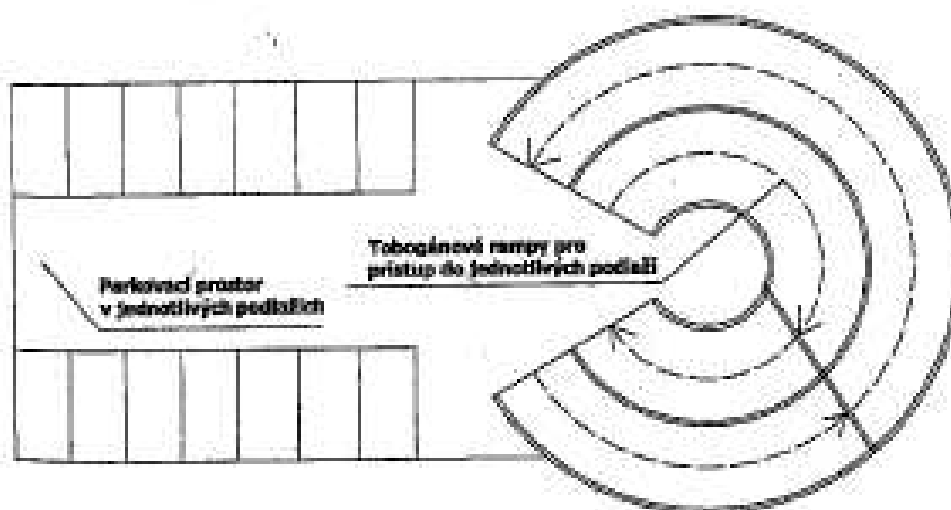
V ČR je nyní předpoklad velmi podobného vozového parku jako v Rakousku

7. Výpočtové parametry pro určení objemového průtoku vzduchu

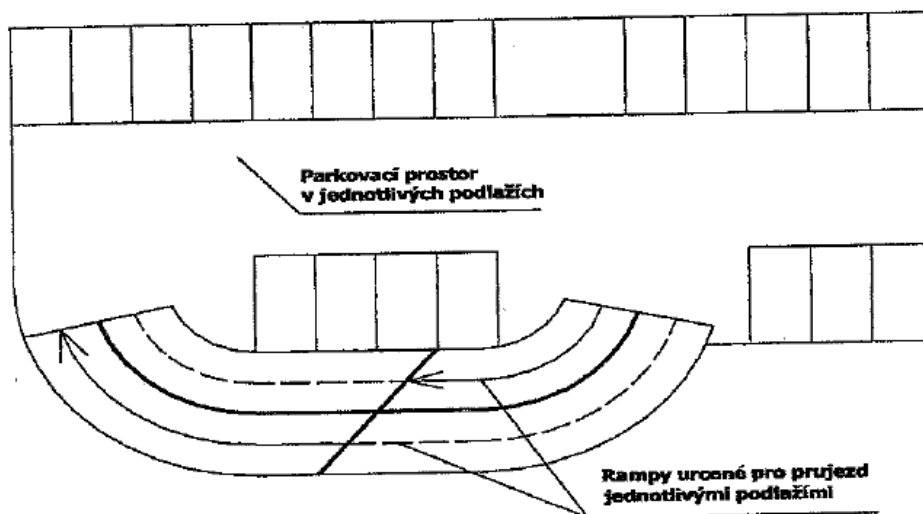
7.1 Délka trasy

Cílem výpočtu je stanovit dobu chodu motorů vozidel parkujících i projíždějících. Podkladem pro tento výpočet je trasa vozidel v každém podlaží, rozdělená na jízdu po rovině a jízdu po rampě při stoupání. Je nutné uvažovat vozidla parkující v daném úseku i vozidla daným úsekem projíždějícím do dalších podlaží.

Pro parkující vozidla se určuje délka střední trasy jako aritmetický průměr z nejdelší a nejkratší trasy od vjezdu do podlaží na parkovací místo, což je ale náročnější při zjišťování vzdáleností u garáží, jež jsou uvedeny na obrázcích.



Obrázek 2: Podzemní garáž s tobogánovým přístupem [21]



Obrázek 3: Podzemní garáž s rampovým přístupem [21][21]

7.2 Doba volnoběhu

Do doby volnoběhu motorů se počítá zastavení u vjezdu do garáže, při výjezdu z garáže, volnoběh při parkování a při odjezdu z parkovacích stání.

Dle druhu garáže a stavební dispozice garáže se doba volnoběhu pohybuje v rozmezí 40 až 90 sekund. Švýcarská směrnice SWKI 96-1 [5] rozděluje dobu volnoběhu na:

- doba při vjezdu do garáže (20s),
- při výjezdu z garáže (20s),
- parkování (10s),
- výjezd z parkovacího stání (20s),
- celkem 70 sekund.

7.3 Množství parkujících a projíždějících vozidel

Pohyb vozidel v garáži je podstatným údajem pro dimenzování větrání. Četnost průjezdu a délka trasy vozidel v garáži, při známé resp. zadané rychlosti a doba volnoběhu určují celkovou dobu chodu motorů a tím i celkovou emisi CO v garážích.

- Obecně lze rozlišit dva základní případy:
- garáže s průběžnou výměnou vozidel
 - garáže se špičkovým provozem

7.3.1 Garáže s průběžnou výměnou

V těchto prostorách je uvažováno s rovnoměrným pohybem vozidel. Emise CO v daném úseku garáže se stanoví z doby chodu motoru (jízdy i volnoběh) na střední trase v úseku vozidel zde parkujících, ale i vozidel úsekem projíždějících.

Četnost průjezdu vozidel a parkovací doba spolu souvisejí. Při parkovací době $\tau = 1$ hodina na každé stání vjede za hodinu jedno vozidlo a jedno vozidlo ze stání vyjede. Jde tedy o jeden cyklus průjezdu vozidla celou garáží.

V ČSN 73 0658 [3] při výpočtu emise CO v garážích s průběžnou výměnou vozidel je udána intenzita pohybu vozidel v garáži veličinou n_v , která je definována jako součet vozidel do garáže vjíždějících a z garáže vyjíždějících na jedno stání za hodinu.

Pro porovnání je níže uvedena tabulka s normovými údaji z Rakouska a Německa

Tabulka 2: Frekvence výměny vozidel v garážích [20]

Druh garáže	Počet stání v garáži	Frekvence výměny vozidel f [1/h]	
		Dle ONORM H 6003	Dle VDI 2053
Obytné domy	>50	0,2	< 0,5
	<50	0,3	< 0,5
Administrativní budovy	>50	0,4	Parkování zaměstnanců 0,5
	<50	0,5	--
Nákupní centra se smíšeným užitím	--	0,8	Parkování zaměstnanců 0,5 parkování zákazníků 1,0
Kulturní objekty	--	1,0	Výstavy <0,5
Prodejny s omezenou nabídkou zboží	--	1,5	--
Krátkodobé parkování	--	--	3,0
Divadelní představení	--	--	Garáž se vyprázdní do 20 min. i dle [5]

7.3.2 Garáže se špičkovým provozem

Tento typ se uvažuje u sportovních a víceúčelových objektů, a u obchodních a společenských center (kin, divadel, kulturních sálů). Do výpočtu můžeme zahrnout současný běh 1/7 vozidel. Švýcarská norma [5] v tomto případě uvažuje vyprázdnění garáže do 20 minut. Tento typ garáží se dnes běžně nevyskytuje. Je snaha, aby garáže byly využívány v průběhu celého dne.

8. Výpočet objemového množství průtoku vzduchu

Výchozí údaje pro dimenzování:

- přípustná koncentrace CO v garážích
- emise CO při průjezdu a parkování vozidel v garáži [g/hod*vozidlo, g/km*vozidlo]
- počet vozidel
- parkovací doba, resp. frekvence výměny vozidel v garáži, popř. údaje o současném výjezdu vozidel
- délka trasy vozidel při vjezdu, výjezdu, s udáním rovných úseků a stoupání na rampách
- doba volnoběhu motoru
- množství vzniklého kyslíčnicku uhelnatého

V garážových objektech se množství vzduchu potřebného k větrání stanoví dle počtu parkovacích míst. Průtočné množství na jednotlivé parkovací místo se liší dle typu garážového prostoru.

8.1 Jednotlivé a řadové garáže

Větrání tohoto typu garáží se dimenzuje dle ČSN 73 6057 [2] takto: celková volná plocha otvorů na jedno garážové stání v garážích pro osobní, dodávkové automobily a jednostopá vozidla je minimálně $0,025 \text{ m}^2$, v garážích pro nákladní a speciální automobily, autobusy, traktory a samojízdné pracovní stroje je celková volná plocha $0,045 \text{ m}^2$. Jedna polovina plochy otvoru se osazuje u podlahy a druhá u stropu garáže.

8.2 Hromadné garáže

Přirozené větrání se uplatňuje u nadzemních garáží, kdy je větrání řešeno buď perforovaným obvodovým pláštěm, nebo jeho celkovou absencí.

Volná plocha otvorů musí být nejméně $0,15 \text{ m}^2$ na každé parkovací stání. Polovina této plochy připadá na přívod u podlahy (kóta spodní hrany ve výšce maximálně 500 mm nad podlahou) a odvodní otvor u stropu (nejníže svou spodní hranou 300 mm pod stropem).

Pro odvod vzduchu může být užito ventilačních šachet, které musí mít nejmenší plochu průřezu $0,075 \text{ m}^2$ na každé stání. U šachet s výškou $h > 2 \text{ m}$ je tato plocha nejméně $0,15 \text{ m}^2$ na každé parkovací stání.

Maximální vodorovná vzdálenost mezi odvodními otvory může být nejvýše 20m. Stěny bez větracích otvorů mohou být od větracích otvorů vzdáleny maximálně 10 metrů.

Nucené větrání je používáno především u podzemních garáží a všude tam, kde nemůžeme použít přirozené větrání. Abychom zabránili průniku škodlivin do ostatních částí objektu, musí být celý prostor garáží větrán podtlakově. Můžeme tedy buď pouze nuceně odsávat a přirozeně přivádět, nebo odvádět i přivádět větrací vzduch ventilátory. V této variantě je ovšem nutno volit množství přívodního vzduchu o 10 až 20% menší než množství odvodního. Do prostoru garáží je možno přivádět odvodní vzduch z jiné části objektu, který ovšem není nadměru znečištěný nebo zdraví škodlivý.[20]

9. Garáže s průběžnou výměnou vozidel

Jedná se o garáže, v nichž nevzniká špičkový provoz (parkovací garáže, garáže v obchodních domech aj.), a tímto se nepředpokládá současný výjezd resp. příjezd většího počtu vozidel. Průtok vzduchu na jedno garážové stání je nejméně 300 m³/h [3].

Pokud jsou známy skutečné podmínky, určí se průtok vzduchu pro jedno garážové stání v garáži ze vztahu:

$$V = \frac{M_{co} \cdot \tau \cdot n_v}{60 \cdot (C_p - C_e) \cdot 10^{-6}} \quad [m^3 / h / \text{gar. stání}]$$

V	průtok větracího vzduchu [m ³ .h ⁻¹]
M _{co}	výpočtová emise oxidu uhelnatého jednoho vozidla M _{co} =0,5 [m ³ .h ⁻¹]
n _v	výměna vozidel v garáži (součet vozidel do garáže vjíždějících a z garáže vyjíždějících za dobu jedné hodiny na jedno parkovací stání)
τ	doba chodu motoru vjíždějícího (vyjíždějícího) vozidla z místa vjezdu na stání nebo obráceně.
C _p	přípustná koncentrace CO v garáži (C _p = 87 ppm)
C _e	výpočtová hodnota CO ve venkovním ovzduší (ve velkých městech C _e = 10 ppm a v malých městech C _e = 5 ppm)

Příklad výpočtu objemového průtoku vzduchu pro garáže v obchodním centru

(použit výkres, který je součástí měření objektu ISP Jablonec):

Frekvence výměny vozidel $f = 0,5 \cdot h^{-1} \Rightarrow n_v = 1 \cdot h^{-1}$ (na stání za 1 hodinu vjede resp. vyjede 1 vozidlo, tj. doba parkování je 1 hodina), Délka trasy je 222 metrů (vzdálenost od vjezdu k referenčnímu (střednímu místu parkování), rychlost vozidla 10 km/h a tj, 80 sekund jízdy a dobu volnoběhu 40 sekund, $T=2,0\text{min}$. Výpočtem zjistíme potřebný objemový průtok čerstvého vzduchu $216,5\text{m}^3/\text{h} < V_{\min}=300\text{m}^3/\text{h}$.

10. Garáže se špičkovým provozem

Jedná se o parkovací garáže, jež jsou součástí společenských objektů (divadla, kina, sport. stadiony, haly aj.), u kterých se předpokládá současný výjezd resp. příjezd většího počtu vozidel.

V dnešní době se garáže s provozem pouze pro parkování vozidel v souvislosti s večerní akcí navrhují zřídka. Většinou tyto garáže slouží během dne pro průběžné parkování vozidel.

ČSN 73 6058 [3] uvádí specifický výpočet, založený na předpokladu současného chodu 1/7 parkujících vozidel. Průtok vzduchu na jedno garážové stání je nejméně 900 m³/h. Pokud jsou známy skutečné podmínky, určí se průtok vzduchu pro jedno garážové stání v garáži ze vztahu:

$$V = \frac{M_{co} \cdot n_p}{(C_p - C_e) \cdot 10^{-6} \cdot n} \quad [\text{m}^3 / \text{h} / \text{gar. stání}]$$

V průtok větracího vzduchu [m³.h⁻¹]

M_{co} výpočtová emise oxidu uhelnatého jednoho vozidla

M_{co}=0,5 [m³.h⁻¹]

n počet stání v garáži (parkující + projíždějící)

n_p počet vozidle současně v provozu (voleno n_p = 1/7 z celkového počtu vozidel)

C_p přípustná koncentrace CO v garáži (C_p = 87 ppm)

C_e výpočtová hodnota CO ve venkovním ovzduší

(ve velkých městech C_e = 10 ppm a v malých městech C_p = 5 ppm)

Výše uvedený průtok je extrémně vysoký a v praxi často nerealizovatelný. Výpočet vychází z ustáleného procesu a nebere v potaz časovou změnu koncentrace CO z ustálené nízké koncentrace CO před začátkem hromadného výjezdu. Od vydání této normy došlo v automobilové dopravě k mnoha změnám, s modernizací pohonných jednotek došlo i k minimalizaci jejich ekologické škodlivosti. Z toho plyne, že i nároky na větrání těchto prostor by měly být úměrné automobilům, které se v garážovém prostoru pohybují. [20]

11. Způsoby větrání hromadných garáží

Přirozené větrání

Přirozené větrání je možné pouze v nadzemních garážích. Celková volná plocha neuzavíratelných otvorů na jedno garážové stání je minimálně 0,15 m². Polovina této plochy se umísťuje u podlahy (nejvýše svou spodní hranou ve výšce 0,5m nad podlahou) a polovina pod stropem (nejníže svou spodní hranou ve výšce 0,3m pod stropem). Svislá větrací šachta navazující na otvor musí mít průřez nejméně shodný s otvorem, šachta vyšší než 2 metry musí mít průřez dvojnásobný (z důvodu tlakových poměrů a možnosti odvodu škodlivin). Plochu otvorů lze sdružovat, ale je nutné zajistit rovnoměrné provětrání prostoru. Vodorovná vzdálenost mezi jednotlivými otvory musí být nejvýše 20 metrů, stěny bez otvorů musí být vzdáleny od otvorů 10 metrů.

Nucené větrání

Nucené větrání se navrhuje do garáží, kde nevyhoví přirozené větrání. Větrání je podtlakové a je většinou řešeno nuceným odtahem a přirozeným přívodem. V některých případech je větrání řešeno nuceným odvodem a nuceným přívodem, ale průtok přiváděného vzduchu musí být o 10 – 20% nižší jak průtok odsávaného vzduchu. Jako nuceného přívodu se stále častěji v poslední době využívá odvodní vzduch ze vzduchotechnických jednotek. Tento vzduch ale nesmí být znehodnocen. Příklady znehodnoceného vzduchu, který nemůžeme přivádět do garáží, ale musí být odveden nad střechu objektu jsou prostory gaster, foodcourtů, hygienického zázemí.

12. Odvod vzduchu s použitím VZT potrubí

Pro odvod kontaminovaného vzduchu se používá čtyřhranného pozinkovaného potrubí, jehož součástí jsou koncové elementy (odvodní vyústky), tlumiče hluku, v případě nutnosti nešíření hluku do okolí. Vzduch je odtahován nejčastěji pomocí střešního ventilátoru.

Odvodní elementy se umísťují ve vzdálenosti maximálně 10 m od sebe.

Jediná nevýhoda této varianty jsou velké světlosti potrubí, což může být u některých garáží s nízkou světlou výškou problém. Světlosti potrubí jsou velké z důvodu propočtu množství vzduchu dle normy (dle zjednodušeného propočtu s bagatelizací množství vzduchu na parkovací místo). Norma 73 6058 [3] doporučuje umístit odvodní elementy co nejblíže k vyústění kontaminačního prostoru spalin tj, v blízkosti výfuku. Ale nepředepisuje tuto skutečnost jako dogma, záleží na projektantovi vzduchotechniky zda tohoto případu využije. Je schůdné, dle této normy odtahovat vzduch pouze pod stropem garáží.

Nejčastěji se k odvodu vzduchu pomocí potrubí a střešních ventilátorů, používají ventilátory řízené frekvenčním měničem, nebo alespoň ventilátory s více stupni otáček.

Tyto ventilátory jsou lépe regulovatelné a reagují na skutečné množství koncentrace CO, jež je měřena pomocí čidel.

13. Odvod vzduchu s použitím proudových ventilátorů

K tomuto účelu jsou upraveny radiální nebo axiální ventilátory o velkém objemovém množství vzduchu. Dosah proudu vzduchu laminárním prouděním je dle typu výrobku 20-40 m. Tyto ventilátory mají za úkol usměrnit proud vzduchu bez použití vzduchovodu. Je potřeba brát ohled na nosný stavební systém garáží – nosníků, sloupů a průvlaků, aby proud vzduchu nebyl nasměrován proti těmto překážkám a proud vzduchu by byl „rozbit“. Rozmístění ventilátorů je nutné navrhovat pomocí simulačních programů CFD (Computational Fluid Dynamic – výpočtová mechanika tekutin). Výpočet pomocí těchto programů zabrání neplánované změně proudění vzduchu a důkladně prověří návrh ventilátorů. Toto zařízení se dimenzuje na odvod tepla a kouře při požáru a při provozním větrání – odvodu CO – se ventilátory sepnou na nižší stupeň otáček a proud vzduchu „putuje“ od místa znečištění směrem k šachtě. Tento provoz zajistí profese měření a regulace v součinnosti s profesí EPS (ta spouští ventilátory při požáru).

Výhody tohoto systému:

1. Možnost propojení se zařízením k odvodu kouře a tepla.
2. Prostorová nenáročnost, kvůli absenci vzduchotechnického potrubí.
3. Při použití těchto ventilátorů dochází k důkladnému provětrání celého prostoru, v případě, že jsou navrženy dle simulačních programů a dodavatelská firma dodrží projektovou dokumentaci.

13.1 Obecné požadavky

Zařízení musí být navrženo tak, aby bylo možno snížit průtok vzduchu na jednu třetinu základní hodnoty. U garáží s počtem stání nad 100 (kromě případů, kdy jsou řešeny jako kryty CO) musí být větrání zajištěno nejméně dvěma samostatně provozovanými větracími jednotkami. Při poruše jednoho systému je nouzové větrání zajištěno druhým zařízením, přičemž porucha musí být nahlášena opticky, nebo zvukově obsluze. Při větrání vícepodlažních garáží centrální větrací jednotkou musí být pro každé podlaží zajištěn přívod i odvod vzduchu samostatným vzduchovodem. Na společný vzduchovod je možno navrhnout paralelní napojení více jednotek. Každá z těchto jednotek musí mít možnost uzavření v případě, že není provozována.

Ventilátory musí být připojeny na dva na sobě nezávislé zdroje elektrického proudu. Jako rezervní zdroj může být použit dieselagregát, nebo přívod el. energie zajištěné z jiné transformační stanice.

14. Detekce CO v podzemních garážích

Detekce CO má za cíl indikovat její v pro člověka nebezpečné koncentraci. CO pochází v garážích hlavně z provozu zážehových (benzínových) motorů. Emise CO ze vznětových motorů je prakticky zanedbatelná.

V České republice je detekce oxidu uhelnatého v podzemních garážích možná podle ČSN 73 6058 [3], často se však ze strany zahraničních investorů požaduje detekce s vyšším počtem detekčních limitů.

Česká norma předepisuje hraniční koncentraci CO 87 ppm a jako nejnížší přípustnou koncentraci platí hygienickými předpisy [13] daná hodnota 26 ppm (dlouhodobě přípustná koncentrace). Z tohoto vyplývá dvouúrovňová detekce 26/87 ppm, přičemž při překročení 26 ppm se zapnou ventilátory na vyšší otáčky a při koncentraci 87 ppm je spuštěn alarm.

U podzemních garáží projektovaných resp. realizovaných zahraničními firmami se většinou požadavky ustálily na čtyřúrovňové detekci s detekčními limity 48, 75, 95 a 250 ppm, kdy při 48, resp. 75 ppm zapne první, resp. druhý stupeň větrání, při 95 ppm se rozsvítí výstražné nápisy, osazené uvnitř garáže, na vjezdu a na vchodu pro pěší. Při 250 ppm se zapíná siréna uvnitř garáží. Při poklesu detekované koncentrace se systém vrací do normálního provozu. [21]

Počet detektorů česká norma neuvádí, ale dle zahraničních předpisů je na jeden detektor brána plocha od 400 m² do 1000 m². Optimální umístění detektoru je v nádechové výšce cca 150 cm nad úrovní podlahy.

Jako doplněk detekčních systémů CO v garážích se používají světelné výstražné tabule nebo signální světla a sirény. Světelné tabule jsou obvykle opatřeny nápisy „Vypnout motor, opustit garáž“, „Vstup zakázán, nebezpečí otravy“ nebo „Vjezd zakázán, nebezpečí otravy“. Písmo je červené a viditelné pouze při rozsvícení tabule.

14.1 Měřicí principy resp. druhy senzorů:

Polovodičové senzory – vodiče reagují na změnu koncentrace detekované látky změnou vodivosti polovodiivé vrstvy, vyhřívané na určitou teplotu, která spolu se složením vrstvy určuje vlastnosti a selektivitu senzoru. Spalováním detekované látky na povrchu dochází k porušení rovnováhy mezi obsahem kyslíku ve vzduchu a kyslíkem absorbovaným na povrchu polovodiivé vrstvy a tím ke změně vodivosti.

Elektrochemické senzory – založeny na sledování elektrochemické reakce detekované látky na fázovém rozhraní mezi měrnou elektrodou a elektrolytem. Elektrochemický senzor se chová jako katalyzátor, který umožňuje oxidaci CO. Tyto senzory vynikají vysokou selektivitou stabilitou. Nevýhodou je závislost jejich odezvy na teplotě a omezená životnost (cca 2 roky).

Katalytické senzory – fungují na principu měření množství tepla uvolněného při řízené spalovací reakci na povrchu vhodného katalyzátoru. Nevýhodou těchto senzorů je neselektivnost a možnost detekce spalitelných látek jedině v plynu s dostatečným obsahem kyslíku, aby spalování na povrchu senzoru mohlo proběhnout. Výhodou je dlouhá životnost a stabilita.

Infračervené senzory – fungují na principu nedisperzní infračervené spektrometrie, která spočívá v měření množství infračerveného záření pohlceného vrstvou měřeného plynu. Výhodou je neomezený měřicí rozsah a možnost detekovat látky, které není možné detekovat

již dříve uvedenými metodami. Nevýhodou je neselektivnost, nelinearita měřicí veličiny a větší výrobní náročnost.

14.2 Provoz detekčního systému

Provoz detekčního systému neklade na provozovatele prakticky žádné nároky s výjimkou kontroly funkce a pravidelné kalibrace detektorů. Kontrola funkce je dána provozním řádem provozovatele a lze ji provádět zpravidla pouze přerušením připojení jednotlivých detektorů, na které musí systém reagovat nejvyšším alarmovým stavem. Kalibraci detektorů nebo snímačů provádí obvykle výrobce nejčastěji v nočních hodinách.

15. Měření rychlosti proudění vzduchu v podzemních garážích v OC v Jablonci

15.1. Schválení měření zástupce obchodního řetězce Intersparu

Přílohou č.1 je emailová korespondence, z níž vyplývá schválení měření od zástupce obchodního řetězce ISP pana Ing. Bartose.

15.2 Umístění objektu

Objekt se nachází v okrajové, západní, části města Jablonec, při výjezdu směr Liberec. Byl otevřen dne 14.3.2009. Prostor garáží se nachází pod celým objektem, který je rozčleněn na dva spojitě funkční celky a to na samotný objekt ISP a přiléhající galerie s jednotlivými nájemními jednotkami.

15.3 Popis zařízení – odvodních ventilátorů s potrubními trasami

Systém větrání je navržen jako podtlakový. Znehodnocený vzduch je odváděn pomocí střešních ventilátorů, jež jsou osazeny na hluk tlumících soklech. Ve stoupajícím potrubí jsou umístěny tlumiče hluku (aby bylo zabráněno přenosu hluku z potrubní trasy do okolních venkovních prostor a k ostatním přilehlým objektům – hlukové parametry – akustický výkon trasy 80dB-utlumen na 45dB k výstupu k ventilátorům).

Znehodnocený (kontaminovaný) vzduch je odváděn přes vyústky, jež jsou umístěny dle doporučení normy zčásti 30cm nad podlahou a zčásti pod stropem, pomocí čtyřhranného vzduchotechnického potrubí a pomocí ventilátorů je vyfukován nad střechu objektu.

Přívodní vzduch je přiváděn pomocí volných stavebních otvorů (nájezdová rampa, anglické dvorky a částečně otevřená plocha na jedné z částí garáží).



Obrázek č. 4: Pohled na hlavní vstup OC ISP Jablonec



Obrázek č. 5: Pohled na vjezd do podzemních garáží









Obrázek č. 6 až 12: Foto z vnitřních prostor garáží

15.4. Popis samotného měření proudění vzduchu

Přílohou č. 3 této diplomové práce je výkres garáží s naznačením měřících bodů.

Rychlosti vzduchu jsou uvedeny v tabulkách měřících bodů..

Přílohou č. 4 jsou protokoly o zaregulování odvodních ventilátorů, jež vyhotovila fy AZ Klima.

Přílohou č.5 jsou protokoly o spuštění a odzkoušení ventilátorů, jež vyhotovila fy AZ Klima

Pro měření jsem si vybral body, jež jsou zakresleny ve výkrese. Měřil jsem rychlost proudění vzduchu ve výšce 10cm nad podlahou, dále v jednom a ve dvou metrech. Naměřené hodnoty jsou v tabulkách, jež následují. Světla výška prostoru garáží je 3330mm po konstrukci stropu a každou měřenou řadu jsem propočítal na teoretické množství vzduchu jež touto řadou „proudí“.

K měření rychlosti proudění vzduchu jsem použil kalibrovaný termický anemometr AIRFLOW TA5. S nímž dle [22] lze měřit proudění vzduchu v prostoru.

Odvodní ventilátory byly v provozu na 1° otáček. Pro odvětrání prostoru jsou nainstalovány střešní ventilátory v počtu 7-mi kusů. 6 kusů je na 15850m³/h, 1kus je na 10500m³/h. Celkem je tedy odtahováno 105 600m³/h, což je naprojektovaná hodnota pro 352 parkovacích stání po 300m³/h.

Meteorologická data v době měření: venkovní teplota: 14°C, rychlost větru: 1,6m*s⁻¹
teplota vzduchu v prostoru garáží: 9°C

15.5. Soupis a data měřících bodů

Tabulka 3 - 102 : Data měřících bodů a jednotlivých měřících řad – OC Jablonec

Měřící bod č.1			
Vzdálenost:	hodnota rychlosti proudění v prostoru m . s ⁻¹	Nejbližší vyústný element množství / rychlost m ³ . hod ⁻¹ / m . s ⁻¹	Další blízký element (do 7m do předch.) množství / rychlost m ³ . hod ⁻¹ / m . s ⁻¹
10 cm od podlahy	0,11		
30 cm od podlahy			410 / 1,5
v 1m nad podlahou	0,22		
ve 2m nad podlahou	0,15		
pod stropem		750 / 1,9	

Měřicí bod č.2			
Vzdálenost:	hodnota rychlosti proudění v prostoru $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Nejbližší vyústný element množství / rychlost $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1} / \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Další blízký element (do 7m do předch.) množství / rychlost $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1} / \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
10 cm od podlahy 30 cm od podlahy	0,15		410 / 1,5
v 1m nad podlahou	0,12		
ve 2m nad podlahou	0,1		
pod stropem			750 / 1,9

Měřicí bod č.3			
Vzdálenost:	hodnota rychlosti proudění v prostoru $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Nejbližší vyústný element množství / rychlost $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1} / \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Další blízký element (do 7m do předch.) množství / rychlost $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1} / \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
10 cm od podlahy 30 cm od podlahy	0,24		410 / 1,5
v 1m nad podlahou	0,72		
ve 2m nad podlahou	0,4		
pod stropem			750 / 1,9

Měřicí bod č.4			
Vzdálenost:	hodnota rychlosti proudění v prostoru $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Nejbližší vyústný element množství / rychlost $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1} / \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Další blízký element (do 7m do předch.) množství / rychlost $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1} / \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
10 cm od podlahy 30 cm od podlahy	0,14		420 / 1,6
v 1m nad podlahou	0,11		
ve 2m nad podlahou	0,07		
pod stropem		750 / 1,9	

Měřicí bod č.5			
Vzdálenost:	hodnota rychlosti proudění v prostoru $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Nejbližší vyústný element množství / rychlost $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1} / \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Další blízký element (do 7m do předch.) množství / rychlost $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1} / \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
10 cm od podlahy 30 cm od podlahy	0,11		420 / 1,6
v 1m nad podlahou	0,18		
ve 2m nad podlahou	0,27		
pod stropem		750 / 1,9	

Měřicí bod č.6			
Vzdálenost:	hodnota rychlosti proudění v prostoru $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Nejbližší vyústný element množství / rychlost $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1} / \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Další blízký element (do 7m do předch.) množství / rychlost $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1} / \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
10 cm od podlahy 30 cm od podlahy	0,16		420 / 1,6
v 1m nad podlahou	0,19		
ve 2m nad podlahou	0,28		
pod stropem		750 / 1,9	

Měřicí bod č.7			
Vzdálenost:	hodnota rychlosti proudění v prostoru $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Nejbližší vyústný element množství / rychlost $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1} / \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Další blízký element (do 7m do předch.) množství / rychlost $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1} / \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
10 cm od podlahy 30 cm od podlahy	0,23		410 / 1,5
v 1m nad podlahou	0,25		
ve 2m nad podlahou	0,31		
pod stropem		750 / 1,9	

Měřicí bod č.8			
Vzdálenost:	hodnota rychlosti proudění v prostoru $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Nejbližší vyústný element množství / rychlost $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1} / \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Další blízký element (do 7m do předch.) množství / rychlost $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1} / \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
10 cm od podlahy	0,22		
30 cm od podlahy		360 / 1,8	420 / 1,6
v 1m nad podlahou	0,27		
ve 2m nad podlahou	0,35		
pod stropem		750 / 1,9	

Měřicí bod č.9			
Vzdálenost:	hodnota rychlosti proudění v prostoru $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Nejbližší vyústný element množství / rychlost $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1} / \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Další blízký element (do 7m do předch.) množství / rychlost $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1} / \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
10 cm od podlahy	0,12		
30 cm od podlahy			420 / 1,6
v 1m nad podlahou	0,16		
ve 2m nad podlahou	0,21		
pod stropem		750 / 1,9	

Průměrná hodnota první měřené řady:		
10 cm od podlahy	0,16	m/s
v 1m nad podlahou	0,25	m/s
ve 2m nad podlahou	0,24	m/s

První měřená řada:

CELKEM (průměr)	0,22	m/s	Rychlost vzduchu v prostoru
------------------------	-------------	------------	-----------------------------

224073	$\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1}$	teoretický průtok vzduchu
---------------	--	----------------------------------

Měřicí bod č.10			
Vzdálenost:	hodnota rychlosti proudění v prostoru m . s ⁻¹	Nejbližší vyústný element množství / rychlost m ³ . hod ⁻¹ / m . s ⁻¹	Další blízký element (do 7m do předch.) množství / rychlost m ³ . hod ⁻¹ / m . s ⁻¹
10 cm od podlahy 30 cm od podlahy	0,09	360 / 1,8	
v 1m nad podlahou	0,07		
ve 2m nad podlahou	0,09		
pod stropem			550 / 1,7

Měřicí bod č.11			
Vzdálenost:	hodnota rychlosti proudění v prostoru m . s ⁻¹	Nejbližší vyústný element množství / rychlost m ³ . hod ⁻¹ / m . s ⁻¹	Další blízký element (do 7m do předch.) množství / rychlost m ³ . hod ⁻¹ / m . s ⁻¹
10 cm od podlahy	0,15	320 / 0,9	
30 cm od podlahy			
v 1m nad podlahou	0,09		
ve 2m nad podlahou	0,05		
pod stropem			560 / 1,8

Měřicí bod č.12			
Vzdálenost:	hodnota rychlosti proudění v prostoru m . s ⁻¹	Nejbližší vyústný element množství / rychlost m ³ . hod ⁻¹ / m . s ⁻¹	Další blízký element (do 7m do předch.) množství / rychlost m ³ . hod ⁻¹ / m . s ⁻¹
10 cm od podlahy 30 cm od podlahy	0,14	320 / 0,9	
v 1m nad podlahou	0,17		
ve 2m nad podlahou	0,19		
pod stropem			

Měřicí bod č.13			
Vzdálenost:	hodnota rychlosti proudění v prostoru $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Nejbližší vyústný element množství / rychlost $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1} / \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Další blízký element (do 7m do předch.) množství / rychlost $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1} / \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
10 cm od podlahy 30 cm od podlahy	0,13		320 / 0,9
v 1m nad podlahou	0,15		
ve 2m nad podlahou	0,18		
pod stropem		550 / 1,7	

Měřicí bod č.14			
Vzdálenost:	hodnota rychlosti proudění v prostoru $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Nejbližší vyústný element množství / rychlost $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1} / \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Další blízký element (do 7m do předch.) množství / rychlost $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1} / \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
10 cm od podlahy 30 cm od podlahy	0,15		320 / 0,9
v 1m nad podlahou	0,24		
ve 2m nad podlahou	0,35		
pod stropem		550 / 1,7	

Měřicí bod č.15			
Vzdálenost:	hodnota rychlosti proudění v prostoru $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Nejbližší vyústný element množství / rychlost $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1} / \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Další blízký element (do 7m do předch.) množství / rychlost $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1} / \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
10 cm od podlahy 30 cm od podlahy	0,14		320 / 0,9
v 1m nad podlahou	0,23		
ve 2m nad podlahou	0,34		
pod stropem		550 / 1,7	

Měřicí bod č.16			
Vzdálenost:	hodnota rychlosti proudění v prostoru m . s ⁻¹	Nejbližší vyústný element množství / rychlost m ³ . hod ⁻¹ / m . s ⁻¹	Další blízký element (do 7m do předch.) množství / rychlost m ³ . hod ⁻¹ / m . s ⁻¹
10 cm od podlahy	0,34	320 / 0,9	
30 cm od podlahy			
v 1m nad podlahou	0,21		
ve 2m nad podlahou	0,15		
pod stropem			550 / 1,7

Měřicí bod č.17			
Vzdálenost:	hodnota rychlosti proudění v prostoru m . s ⁻¹	Nejbližší vyústný element množství / rychlost m ³ . hod ⁻¹ / m . s ⁻¹	Další blízký element (do 7m do předch.) množství / rychlost m ³ . hod ⁻¹ / m . s ⁻¹
10 cm od podlahy	0,18	320 / 0,9	
30 cm od podlahy			
v 1m nad podlahou	0,15		
ve 2m nad podlahou	0,11		
pod stropem			550 / 1,7

Měřicí bod č.18			
Vzdálenost:	hodnota rychlosti proudění v prostoru m . s ⁻¹	Nejbližší vyústný element množství / rychlost m ³ . hod ⁻¹ / m . s ⁻¹	Další blízký element (do 7m do předch.) množství / rychlost m ³ . hod ⁻¹ / m . s ⁻¹
10 cm od podlahy	0,11		360 / 1,8
30 cm od podlahy			
v 1m nad podlahou	0,09		
ve 2m nad podlahou	0,05		
pod stropem		550 / 1,7	

Průměrná hodnota druhé měřené řady:		
10 cm od podlahy	0,16	m/s
v 1m nad podlahou	0,16	m/s
ve 2m nad podlahou	0,17	m/s

Druhá měřená řada:

CELKEM (průměr)	0,16	m/s	Rychlost vzduchu v prostoru
-----------------	------	-----	-----------------------------

162962	$\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1}$	teoretický průtok vzduchu
--------	------------------------------------	---------------------------

Měřicí bod č.19			
Vzdálenost:	hodnota rychlosti proudění v prostoru $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Nejbližší vyústný element množství / rychlost $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1} / \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Další blízký element (do 7m do předch.) množství / rychlost $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1} / \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
10 cm od podlahy	0,15		
30 cm od podlahy			360 / 1,2
v 1m nad podlahou	0,09		
ve 2m nad podlahou	0,05		
pod stropem		600 / 1,9	

Měřicí bod č.20			
Vzdálenost:	hodnota rychlosti proudění v prostoru $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Nejbližší vyústný element množství / rychlost $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1} / \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Další blízký element (do 7m do předch.) množství / rychlost $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1} / \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
10 cm od podlahy	0,07		
30 cm od podlahy		320 / 0,9	
v 1m nad podlahou	0,08		
ve 2m nad podlahou	0,08		
pod stropem			550 / 1,7

Měřicí bod č.21			
Vzdálenost:	hodnota rychlosti proudění v prostoru $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Nejbližší vyústný element množství / rychlost $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1} / \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Další blízký element (do 7m do předch.) množství / rychlost $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1} / \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
10 cm od podlahy 30 cm od podlahy	0,08		320 / 0,9
v 1m nad podlahou	0,09		
ve 2m nad podlahou	0,1		
pod stropem		550 / 1,7	

Měřicí bod č.22			
Vzdálenost:	hodnota rychlosti proudění v prostoru $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Nejbližší vyústný element množství / rychlost $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1} / \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Další blízký element (do 7m do předch.) množství / rychlost $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1} / \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
10 cm od podlahy 30 cm od podlahy	0,15		320 / 0,9
v 1m nad podlahou	0,22		
ve 2m nad podlahou	0,38		
pod stropem		550 / 1,7	

Měřicí bod č.23			
Vzdálenost:	hodnota rychlosti proudění v prostoru $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Nejbližší vyústný element množství / rychlost $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1} / \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Další blízký element (do 7m do předch.) množství / rychlost $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1} / \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
10 cm od podlahy 30 cm od podlahy	0,15		320 / 0,9
v 1m nad podlahou	0,25		
ve 2m nad podlahou	0,45		
pod stropem		550 / 1,7	

Měřicí bod č.24			
Vzdálenost:	hodnota rychlosti proudění v prostoru $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Nejbližší vyústný element množství / rychlost $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1} / \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Další blízký element (do 7m do předch.) množství / rychlost $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1} / \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
10 cm od podlahy 30 cm od podlahy	0,14		320 / 0,9
v 1m nad podlahou	0,24		
ve 2m nad podlahou	0,43		
pod stropem		550 / 1,7	

Měřicí bod č.25			
Vzdálenost:	hodnota rychlosti proudění v prostoru $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Nejbližší vyústný element množství / rychlost $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1} / \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Další blízký element (do 7m do předch.) množství / rychlost $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1} / \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
10 cm od podlahy 30 cm od podlahy	0,15		320 / 0,9
v 1m nad podlahou	0,25		
ve 2m nad podlahou	0,45		
pod stropem		550 / 1,7	

Měřicí bod č.26			
Vzdálenost:	hodnota rychlosti proudění v prostoru $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Nejbližší vyústný element množství / rychlost $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1} / \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Další blízký element (do 7m do předch.) množství / rychlost $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1} / \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
10 cm od podlahy 30 cm od podlahy	0,14		320 / 0,9
v 1m nad podlahou	0,24		
ve 2m nad podlahou	0,43		
pod stropem		550 / 1,7	

Měřicí bod č.27			
Vzdálenost:	hodnota rychlosti proudění v prostoru $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Nejbližší vyústný element množství / rychlost $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1} / \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Další blízký element (do 7m do předch.) množství / rychlost $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1} / \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
10 cm od podlahy 30 cm od podlahy	0,05		
v 1m nad podlahou	0,06		
ve 2m nad podlahou	0,09		
pod stropem		550 / 1,7	550 / 1,7
Průměrná hodnota třetí měřené řady:			
10 cm od podlahy	0,12	m/s	
v 1m nad podlahou	0,16	m/s	
ve 2m nad podlahou	0,27	m/s	
Třetí měřená řada:			
CELKEM (průměr)	0,18	m/s	Rychlost vzduchu v prostoru
	183332	$\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1}$	teoretický průtok vzduchu

Měřicí bod č.28			
Vzdálenost:	hodnota rychlosti proudění v prostoru $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Nejbližší vyústný element množství / rychlost $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1} / \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Další blízký element (do 7m do předch.) množství / rychlost $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1} / \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
10 cm od podlahy 30 cm od podlahy	0,25		
v 1m nad podlahou	0,35		
ve 2m nad podlahou	0,56		
pod stropem		500 / 1,4	500 / 1,4

Měřicí bod č.29			
Vzdálenost:	hodnota rychlosti proudění v prostoru $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Nejbližší vyústný element množství / rychlost $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1} / \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Další blízký element (do 7m do předch.) množství / rychlost $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1} / \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
10 cm od podlahy 30 cm od podlahy	0,15		
v 1m nad podlahou	0,21		
ve 2m nad podlahou	0,35		
pod stropem		610 / 2,0	500 / 1,4

Měřicí bod č.30			
Vzdálenost:	hodnota rychlosti proudění v prostoru $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Nejbližší vyústný element množství / rychlost $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1} / \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Další blízký element (do 7m do předch.) množství / rychlost $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1} / \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
10 cm od podlahy 30 cm od podlahy	0,12		520 / 1,5
v 1m nad podlahou	0,18		
ve 2m nad podlahou	0,21		
pod stropem		610 / 2,0	

Měřicí bod č.31			
Vzdálenost:	hodnota rychlosti proudění v prostoru $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Nejbližší vyústný element množství / rychlost $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1} / \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Další blízký element (do 7m do předch.) množství / rychlost $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1} / \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
10 cm od podlahy 30 cm od podlahy	0,13		
v 1m nad podlahou	0,19		
ve 2m nad podlahou	0,22		
pod stropem		610 / 2,0	520 / 1,5

Měřicí bod č.32			
Vzdálenost:	hodnota rychlosti proudění v prostoru $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Nejbližší vyústný element množství / rychlost $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1} / \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Další blízký element (do 7m do předch.) množství / rychlost $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1} / \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
10 cm od podlahy 30 cm od podlahy	0,09		
v 1m nad podlahou	0,11		
ve 2m nad podlahou	0,18		
pod stropem		610 / 2,0	520 / 1,5

Měřicí bod č.33			
Vzdálenost:	hodnota rychlosti proudění v prostoru $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Nejbližší vyústný element množství / rychlost $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1} / \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Další blízký element (do 7m do předch.) množství / rychlost $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1} / \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
10 cm od podlahy 30 cm od podlahy	0,08		
v 1m nad podlahou	0,1		
ve 2m nad podlahou	0,22		
pod stropem		610 / 2,0	520 / 1,5

Měřicí bod č.34			
Vzdálenost:	hodnota rychlosti proudění v prostoru $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Nejbližší vyústný element množství / rychlost $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1} / \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Další blízký element (do 7m do předch.) množství / rychlost $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1} / \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
10 cm od podlahy 30 cm od podlahy	0,1		
v 1m nad podlahou	0,12		
ve 2m nad podlahou	0,25		
pod stropem		610 / 2,0	520 / 1,5

Měřicí bod č.35			
Vzdálenost:	hodnota rychlosti proudění v prostoru $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Nejbližší vyústný element množství / rychlost $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1} / \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Další blízký element (do 7m do předch.) množství / rychlost $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1} / \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
10 cm od podlahy 30 cm od podlahy	0,09		
v 1m nad podlahou	0,14		
ve 2m nad podlahou	0,26		
pod stropem		610 / 2,0	520 / 1,5

Měřicí bod č.36			
Vzdálenost:	hodnota rychlosti proudění v prostoru $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Nejbližší vyústný element množství / rychlost $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1} / \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Další blízký element (do 7m do předch.) množství / rychlost $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1} / \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
10 cm od podlahy	0,07		
30 cm od podlahy			
v 1m nad podlahou	0,09		
ve 2m nad podlahou	0,25		
pod stropem		610 / 2,0	520 / 1,5

Průměrná hodnota čtvrté měřené řady:		
10 cm od podlahy	0,12	m/s
v 1m nad podlahou	0,17	m/s
ve 2m nad podlahou	0,28	m/s

Čtvrtá měřená řada:

CELKEM (průměr)	0,19	m/s	Rychlost vzduchu v prostoru
	193517	$\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1}$	teoretický průtok vzduchu

Měřicí bod č.37			
Vzdálenost:	hodnota rychlosti proudění v prostoru $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Nejbližší vyústný element množství / rychlost $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1} / \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Další blízký element (do 7m do předch.) množství / rychlost $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1} / \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
10 cm od podlahy	0,13		
30 cm od podlahy			300 / 0,8
v 1m nad podlahou	0,18		
ve 2m nad podlahou	0,28		
pod stropem		580 / 1,8	

Měřicí bod č.38			
Vzdálenost:	hodnota rychlosti proudění v prostoru $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Nejbližší vyústný element množství / rychlost $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1} / \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Další blízký element (do 7m do předch.) množství / rychlost $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1} / \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
10 cm od podlahy	0,14		
30 cm od podlahy			300 / 0,8
v 1m nad podlahou	0,21		
ve 2m nad podlahou	0,41		
pod stropem		580 / 1,8	

Měřicí bod č.39			
Vzdálenost:	hodnota rychlosti	Nejbližší vyústný element	Další blízký element (do 7m do předch.)
	proudění v prostoru	množství / rychlost	množství / rychlost
	m . s ⁻¹	m ³ . hod ⁻¹ / m . s ⁻¹	m ³ . hod ⁻¹ / m . s ⁻¹
10 cm od podlahy	0,14		
30 cm od podlahy			300 / 0,8
v 1m nad podlahou	0,18		
ve 2m nad podlahou	0,28		
pod stropem		580 / 1,8	

Měřicí bod č.40			
Vzdálenost:	hodnota rychlosti proudění v prostoru m . s ⁻¹	Nejbližší vyústný element množství / rychlost m ³ . hod ⁻¹ / m . s ⁻¹	Další blízký element (do 7m do předch.) množství / rychlost m ³ . hod ⁻¹ / m . s ⁻¹
10 cm od podlahy	0,12		
30 cm od podlahy			300 / 0,8
v 1m nad podlahou	0,17		
ve 2m nad podlahou	0,31		
pod stropem		580 / 1,8	

Měřicí bod č.41			
Vzdálenost:	hodnota rychlosti proudění v prostoru m . s ⁻¹	Nejbližší vyústný element množství / rychlost m ³ . hod ⁻¹ / m . s ⁻¹	Další blízký element (do 7m do předch.) množství / rychlost m ³ . hod ⁻¹ / m . s ⁻¹
10 cm od podlahy	0,14		
30 cm od podlahy			300 / 0,8
v 1m nad podlahou	0,16		
ve 2m nad podlahou	0,25		
pod stropem		580 / 1,8	

Měřicí bod č.42			
Vzdálenost:	hodnota rychlosti proudění v prostoru m . s ⁻¹	Nejbližší vyústný element množství / rychlost m ³ . hod ⁻¹ / m . s ⁻¹	Další blízký element (do 7m do předch.) množství / rychlost m ³ . hod ⁻¹ / m . s ⁻¹
10 cm od podlahy	0,16		300 / 0,8
30 cm od podlahy			
v 1m nad podlahou	0,18		
ve 2m nad podlahou	0,27		
pod stropem		580 / 1,8	

Měřicí bod č.43			
Vzdálenost:	hodnota rychlosti proudění v prostoru m . s ⁻¹	Nejbližší vyústný element množství / rychlost m ³ . hod ⁻¹ / m . s ⁻¹	Další blízký element (do 7m do předch.) množství / rychlost m ³ . hod ⁻¹ / m . s ⁻¹
10 cm od podlahy 30 cm od podlahy	0,15		300 / 0,8
v 1m nad podlahou	0,17		
ve 2m nad podlahou	0,25		
pod stropem		580 / 1,8	

Měřicí bod č.44			
Vzdálenost:	hodnota rychlosti proudění v prostoru m . s ⁻¹	Nejbližší vyústný element množství / rychlost m ³ . hod ⁻¹ / m . s ⁻¹	Další blízký element (do 7m do předch.) množství / rychlost m ³ . hod ⁻¹ / m . s ⁻¹
10 cm od podlahy 30 cm od podlahy	0,14		300 / 0,8
v 1m nad podlahou	0,18		
ve 2m nad podlahou	0,31		
pod stropem		590 / 1,85	

Průměrná hodnota páté měřené řady:		
10 cm od podlahy	0,14	m/s
v 1m nad podlahou	0,15	m/s
ve 2m nad podlahou	0,30	m/s

Pátá měřená řada:

CELKEM (průměr)	0,20	m/s	Rychlost vzduchu v prostoru
------------------------	-------------	------------	------------------------------------

203702	m³ . hod⁻¹	teoretický průtok vzduchu
---------------	---	----------------------------------

Měřicí bod č.45			
Vzdálenost:	hodnota rychlosti proudění v prostoru m . s ⁻¹	Nejbližší vyústný element množství / rychlost m ³ . hod ⁻¹ / m . s ⁻¹	Další blízký element (do 7m do předch.) množství / rychlost m ³ . hod ⁻¹ / m . s ⁻¹
10 cm od podlahy 30 cm od podlahy	0,12		
v 1m nad podlahou	0,14		
ve 2m nad podlahou	0,25		
pod stropem		300 / 0,8	

Měřicí bod č.46			
Vzdálenost:	hodnota rychlosti proudění v prostoru m . s ⁻¹	Nejbližší vyústný element množství / rychlost m ³ . hod ⁻¹ / m . s ⁻¹	Další blízký element (do 7m do předch.) množství / rychlost m ³ . hod ⁻¹ / m . s ⁻¹
10 cm od podlahy 30 cm od podlahy	0,12		
v 1m nad podlahou	0,15		
ve 2m nad podlahou	0,26		
pod stropem		580 / 1,8	1000 / 1,9

Měřicí bod č.47			
Vzdálenost:	hodnota rychlosti proudění v prostoru $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Nejbližší vyústný element množství / rychlost $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1} / \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Další blízký element (do 7m do předch.) množství / rychlost $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1} / \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
10 cm od podlahy 30 cm od podlahy	0,12		
v 1m nad podlahou	0,15		
ve 2m nad podlahou	0,28		
pod stropem		1000 / 1,9	580 / 1,8

Měřicí bod č.48			
Vzdálenost:	hodnota rychlosti proudění v prostoru $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Nejbližší vyústný element množství / rychlost $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1} / \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Další blízký element (do 7m do předch.) množství / rychlost $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1} / \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
10 cm od podlahy 30 cm od podlahy	0,13		
v 1m nad podlahou	0,21		
ve 2m nad podlahou	0,42		
pod stropem		1000 / 1,9	590 / 1,9

Měřicí bod č.49			
Vzdálenost:	hodnota rychlosti proudění v prostoru $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Nejbližší vyústný element množství / rychlost $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1} / \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Další blízký element (do 7m do předch.) množství / rychlost $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1} / \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
10 cm od podlahy 30 cm od podlahy	0,15		
v 1m nad podlahou	0,25		
ve 2m nad podlahou	0,45		
pod stropem		1000 / 1,9	1000 / 1,9

Měřicí bod č.50			
Vzdálenost:	hodnota rychlosti proudění v prostoru $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Nejbližší vyústný element množství / rychlost $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1} / \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Další blízký element (do 7m do předch.) množství / rychlost $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1} / \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
10 cm od podlahy	0,09		
30 cm od podlahy			
v 1m nad podlahou	0,11		
ve 2m nad podlahou	0,29		
pod stropem		1000 / 1,9	

Průměrná hodnota šesté měřené řady:		
10 cm od podlahy	0,12	m/s
v 1m nad podlahou	0,17	m/s
ve 2m nad podlahou	0,33	m/s

Šestá měřená řada:

CELKEM (průměr)	0,21	m/s	Rychlost vzduchu v prostoru
------------------------	-------------	------------	------------------------------------

134568	$\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1}$	teoretický průtok vzduchu
---------------	--	----------------------------------

Měřicí bod č.51			
Vzdálenost:	hodnota rychlosti proudění v prostoru $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Nejbližší vyústný element množství / rychlost $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1} / \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Další blízký element (do 7m do předch.) množství / rychlost $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1} / \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
10 cm od podlahy	0,06		
30 cm od podlahy		580 / 1,8	
v 1m nad podlahou	0,07		
ve 2m nad podlahou	0,09		
pod stropem			

Měřicí bod č.52				
Vzdálenost:	hodnota rychlosti proudění v prostoru m . s ⁻¹	Nejbližší vyústný element množství / rychlost m ³ . hod ⁻¹ / m . s ⁻¹	Další blízký element (do 7m do předch.) množství / rychlost m ³ . hod ⁻¹ / m . s ⁻¹	
10 cm od podlahy	0,15	580 / 1,8		
30 cm od podlahy				
v 1m nad podlahou	0,18			
ve 2m nad podlahou	0,35			
pod stropem				

Měřicí bod č.53				
Vzdálenost:	hodnota rychlosti proudění v prostoru m . s ⁻¹	Nejbližší vyústný element množství / rychlost m ³ . hod ⁻¹ / m . s ⁻¹	Další blízký element (do 7m do předch.) množství / rychlost m ³ . hod ⁻¹ / m . s ⁻¹	
10 cm od podlahy	0,14	580 / 1,8		
30 cm od podlahy				
v 1m nad podlahou	0,12			
ve 2m nad podlahou	0,15			
pod stropem			750 / 1,9	

Měřicí bod č.54	hodnota rychlosti proudění v prostoru $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Nejbližší vyústný element množství / rychlost $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1} / \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Další blízký element (do 7m do předch.) množství / rychlost $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1} / \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
Vzdálenost:			
10 cm od podlahy	0,13		
30 cm od podlahy			
v 1m nad podlahou	0,2		
ve 2m nad podlahou	0,35		
pod stropem		750 / 1,9	1000 / 1,9

Měřicí bod č.55			
Vzdálenost:	hodnota rychlosti proudění v prostoru $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Nejbližší vyústný element množství / rychlost $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1} / \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Další blízký element (do 7m do předch.) množství / rychlost $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1} / \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
10 cm od podlahy	0,13		
30 cm od podlahy			
v 1m nad podlahou	0,18		
ve 2m nad podlahou	0,23		
pod stropem		590 / 1,9	

Průměrná hodnota sedmé měřené řady:		
10 cm od podlahy	0,12	m/s
v 1m nad podlahou	0,15	m/s
ve 2m nad podlahou	0,20	m/s

Sedmé měřené řada:

CELKEM (průměr)	0,16	m/s	Rychlost vzduchu v prostoru
	92736	$\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1}$	teoretický průtok vzduchu

Měřicí bod č.56			
Vzdálenost:	hodnota rychlosti proudění v prostoru $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Nejbližší vyústný element množství / rychlost $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1} / \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Další blízký element (do 7m do předch.) množství / rychlost $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1} / \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
10 cm od podlahy	0,07		
30 cm od podlahy		320 / 0,9	
v 1m nad podlahou	0,08		
ve 2m nad podlahou	0,09		
pod stropem			

Měřicí bod č.57			
Vzdálenost:	hodnota rychlosti proudění v prostoru m . s ⁻¹	Nejbližší vyústný element množství / rychlost m ³ . hod ⁻¹ / m . s ⁻¹	Další blízký element (do 5m do předch.) množství / rychlost m ³ . hod ⁻¹ / m . s ⁻¹
10 cm od podlahy 30 cm od podlahy	0,1	320 / 0,9	
v 1m nad podlahou	0,13		
ve 2m nad podlahou	0,16		
pod stropem			

Měřicí bod č.58			
Vzdálenost:	hodnota rychlosti proudění v prostoru m . s ⁻¹	Nejbližší vyústný element množství / rychlost m ³ . hod ⁻¹ / m . s ⁻¹	Další blízký element (do 5m do předch.) množství / rychlost m ³ . hod ⁻¹ / m . s ⁻¹
10 cm od podlahy	0,16		320 / 0,9
30 cm od podlahy			
v 1m nad podlahou	0,19		
ve 2m nad podlahou	0,28		
pod stropem		750 / 1,9	

Měřicí bod č.59				
Vzdálenost:	hodnota rychlosti proudění v prostoru m . s ⁻¹	Nejbližší vyústný element množství / rychlost m ³ . hod ⁻¹ / m . s ⁻¹	Další blízký element (do 5m do předch.) množství / rychlost m ³ . hod ⁻¹ / m . s ⁻¹	
10 cm od podlahy 30 cm od podlahy	0,2		320 / 0,9	
v 1m nad podlahou	0,26			
ve 2m nad podlahou	0,46			
pod stropem		750 / 1,9		

Měřicí bod č.60			
Vzdálenost:	hodnota rychlosti proudění v prostoru $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Nejbližší vyústný element množství / rychlost $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1} / \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Další blízký element (do 5m do předch.) množství / rychlost $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1} / \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
10 cm od podlahy	0,18		
30 cm od podlahy			320 / 0,9
v 1m nad podlahou	0,21		
ve 2m nad podlahou	0,36		
pod stropem		750 / 1,9	

Měřicí bod č.61			
Vzdálenost:	hodnota rychlosti proudění v prostoru $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Nejbližší vyústný element množství / rychlost $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1} / \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Další blízký element (do 5m do předch.) množství / rychlost $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1} / \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
10 cm od podlahy	0,08		
30 cm od podlahy			320 / 0,9
v 1m nad podlahou	0,09		
ve 2m nad podlahou	0,12		
pod stropem		750 / 1,9	

Průměrná hodnota osmé měřené řady:		
10 cm od podlahy	0,13	m/s
v 1m nad podlahou	0,16	m/s
ve 2m nad podlahou	0,25	m/s

Osmá měřená řada:

CELKEM (průměr)	0,18	m/s	Rychlost vzduchu v prostoru
------------------------	-------------	------------	------------------------------------

92736	$\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1}$	teoretický průtok vzduchu
--------------	--	----------------------------------

Měřicí bod č.62			
Vzdálenost:	hodnota rychlosti proudění v prostoru m . s ⁻¹	Nejbližší vyústný element množství / rychlost m ³ . hod ⁻¹ / m . s ⁻¹	Další blízký element (do 5m do předch.) množství / rychlost m ³ . hod ⁻¹ / m . s ⁻¹
10 cm od podlahy 30 cm od podlahy	0,07	320 / 0,9	
v 1m nad podlahou	0,08		
ve 2m nad podlahou	0,09		
pod stropem			

Měřicí bod č.63			
Vzdálenost:	hodnota rychlosti proudění v prostoru m . s ⁻¹	Nejbližší vyústný element množství / rychlost m ³ . hod ⁻¹ / m . s ⁻¹	Další blízký element (do 5m do předch.) množství / rychlost m ³ . hod ⁻¹ / m . s ⁻¹
10 cm od podlahy	0,12		410 / 1,5
30 cm od podlahy			
v 1m nad podlahou	0,48		
ve 2m nad podlahou	0,6		
pod stropem		1075 / 2,1	

Měřicí bod č.64			
Vzdálenost:	hodnota rychlosti proudění v prostoru m . s ⁻¹	Nejbližší vyústný element množství / rychlost m ³ . hod ⁻¹ / m . s ⁻¹	Další blízký element (do 5m do předch.) množství / rychlost m ³ . hod ⁻¹ / m . s ⁻¹
10 cm od podlahy	0,13	430 / 1,7	
30 cm od podlahy			
v 1m nad podlahou	0,18		
ve 2m nad podlahou	0,32		
pod stropem			1075 / 2,1

Měřicí bod č.65			
Vzdálenost:	hodnota rychlosti proudění v prostoru m . s ⁻¹	Nejbližší vyústný element množství / rychlost m ³ . hod ⁻¹ / m . s ⁻¹	Další blízký element (do 5m do předch.) množství / rychlost m ³ . hod ⁻¹ / m . s ⁻¹
10 cm od podlahy	0,25	430 / 1,7	
30 cm od podlahy			
v 1m nad podlahou	0,36		
ve 2m nad podlahou	0,49		
pod stropem			1075 / 2,1

Měřicí bod č.66	hodnota rychlosti proudění v prostoru $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Nejbližší vyústný element množství / rychlost $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1} / \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Další blízký element (do 5m do předch.) množství / rychlost $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1} / \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
Vzdálenost:			
10 cm od podlahy	0,15		430 / 1,7
30 cm od podlahy			
v 1m nad podlahou	0,25		
ve 2m nad podlahou	0,58		
pod stropem		1075 / 2,1	

Měřicí bod č.67	hodnota rychlosti proudění v prostoru m . s ⁻¹	Nejbližší vyústný element množství / rychlost m ³ . hod ⁻¹ / m . s ⁻¹	Další blízký element (do 5m do předch.) množství / rychlost m ³ . hod ⁻¹ / m . s ⁻¹
Vzdálenost:			
10 cm od podlahy	0,13		430 / 1,7
30 cm od podlahy			
v 1m nad podlahou	0,26		
ve 2m nad podlahou	0,41		
pod stropem		1070 / 2,0	

Průměrná hodnota deváté měřené řady:		
10 cm od podlahy	0,14	m/s
v 1m nad podlahou	0,27	m/s
ve 2m nad podlahou	0,38	m/s

Devátá měřená řada:

CELKEM (průměr)	0,26	m/s	Rychlost vzduchu v prostoru
-----------------	------	-----	-----------------------------

150696	$\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1}$	teoretický průtok vzduchu
--------	------------------------------------	---------------------------

Měřicí bod č.68			
Vzdálenost:	hodnota rychlosti proudění v prostoru $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Nejbližší vyústný element množství / rychlost $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1} / \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Další blízký element (do 5m do předch.) množství / rychlost $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1} / \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
10 cm od podlahy 30 cm od podlahy	0,15	410 / 1,5	
v 1m nad podlahou	0,44		
ve 2m nad podlahou	0,58		
pod stropem			1075 / 2,1

Měřicí bod č.69			
Vzdálenost:	hodnota rychlosti proudění v prostoru $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Nejbližší vyústný element množství / rychlost $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1} / \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Další blízký element (do 5m do předch.) množství / rychlost $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1} / \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
10 cm od podlahy 30 cm od podlahy	0,18		430 / 1,7
v 1m nad podlahou	0,51		
ve 2m nad podlahou	0,65		
pod stropem		1075 / 2,1	

Měřicí bod č.70			
Vzdálenost:	hodnota rychlosti proudění v prostoru $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Nejbližší vyústný element množství / rychlost $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1} / \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Další blízký element (do 5m do předch.) množství / rychlost $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1} / \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
10 cm od podlahy	0,21		
30 cm od podlahy			430 / 1,7
v 1m nad podlahou	0,55		
ve 2m nad podlahou	0,68		
pod stropem		1075 / 2,1	

Měřicí bod č.71			
Vzdálenost:	hodnota rychlosti proudění v prostoru $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Nejbližší vyústný element množství / rychlost $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1} / \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Další blízký element (do 5m do předch.) množství / rychlost $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1} / \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
10 cm od podlahy	0,18		
30 cm od podlahy			430 / 1,7
v 1m nad podlahou	0,45		
ve 2m nad podlahou	0,59		
pod stropem		1075 / 2,1	

Měřicí bod č.72			
Vzdálenost:	hodnota rychlosti proudění v prostoru $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Nejbližší vyústný element množství / rychlost $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1} / \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Další blízký element (do 5m do předch.) množství / rychlost $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1} / \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
10 cm od podlahy	0,09		
30 cm od podlahy		430 / 1,7	
v 1m nad podlahou	0,12		
ve 2m nad podlahou	0,26		
pod stropem			1070 / 2,1

Průměrná hodnota desáté měřené řady:		
10 cm od podlahy	0,16	m/s
v 1m nad podlahou	0,41	m/s
ve 2m nad podlahou	0,55	m/s

Desátá měřená řada:

CELKEM (průměr)	0,38	m/s	Rychlost vzduchu v prostoru
------------------------	-------------	------------	------------------------------------

220248	m³ . hod⁻¹	teoretický průtok vzduchu
---------------	---	----------------------------------

Měřicí bod č.73			
Vzdálenost:	hodnota rychlosti proudění v prostoru m . s ⁻¹	Nejbližší vyústný element množství / rychlost m ³ . hod ⁻¹ / m . s ⁻¹	Další blízký element (do 5m do předch.) množství / rychlost m ³ . hod ⁻¹ / m . s ⁻¹
10 cm od podlahy 30 cm od podlahy	0,15		
v 1m nad podlahou	0,25		
ve 2m nad podlahou	0,35		
pod stropem		1075 / 2,1	

Měřicí bod č.74			
Vzdálenost:	hodnota rychlosti proudění v prostoru m . s ⁻¹	Nejbližší vyústný element množství / rychlost m ³ . hod ⁻¹ / m . s ⁻¹	Další blízký element (do 5m do předch.) množství / rychlost m ³ . hod ⁻¹ / m . s ⁻¹
10 cm od podlahy 30 cm od podlahy	0,16		
v 1m nad podlahou	0,31		
ve 2m nad podlahou	0,56		
pod stropem		1075 / 2,1	

Měřicí bod č.75			
Vzdálenost:	hodnota rychlosti proudění v prostoru $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Nejbližší vyústný element množství / rychlost $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1} / \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Další blízký element (do 5m do předch.) množství / rychlost $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1} / \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
10 cm od podlahy	0,16		
30 cm od podlahy			
v 1m nad podlahou	0,31		
ve 2m nad podlahou	0,56		
pod stropem		1075 / 2,1	

Měřicí bod č.76			
Vzdálenost:	hodnota rychlosti proudění v prostoru $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Nejbližší vyústný element množství / rychlost $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1} / \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Další blízký element (do 5m do předch.) množství / rychlost $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1} / \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
10 cm od podlahy	0,22		
30 cm od podlahy			
v 1m nad podlahou	0,34		
ve 2m nad podlahou	0,39		
pod stropem		1075 / 2,1	

Měřicí bod č.77			
Vzdálenost:	hodnota rychlosti proudění v prostoru $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Nejbližší vyústný element množství / rychlost $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1} / \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Další blízký element (do 5m do předch.) množství / rychlost $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1} / \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
10 cm od podlahy	0,09	430 / 1,7	
30 cm od podlahy			
v 1m nad podlahou	0,12		
ve 2m nad podlahou	0,26		
pod stropem			

Průměrná hodnota jedenácté měřené řady:		
10 cm od podlahy	0,16	m/s
v 1m nad podlahou	0,27	m/s
ve 2m nad podlahou	0,42	m/s

Jedenáctá měřená řada:

CELKEM (průměr)	0,28	m/s	Rychlost vzduchu v prostoru
------------------------	-------------	------------	------------------------------------

162288	m³ . hod⁻¹	teoretický průtok vzduchu
---------------	---	----------------------------------

Měřicí bod č.78			
Vzdálenost:	hodnota rychlosti proudění v prostoru m . s ⁻¹	Nejbližší vyústný element množství / rychlost m ³ . hod ⁻¹ / m . s ⁻¹	Další blízký element (do 5m do předch.) množství / rychlost m ³ . hod ⁻¹ / m . s ⁻¹
10 cm od podlahy 30 cm od podlahy	0,15		
v 1m nad podlahou	0,25		
ve 2m nad podlahou	0,35		
pod stropem		1075 / 2,1	

Měřicí bod č.79			
Vzdálenost:	hodnota rychlosti proudění v prostoru m . s ⁻¹	Nejbližší vyústný element množství / rychlost m ³ . hod ⁻¹ / m . s ⁻¹	Další blízký element (do 5m do předch.) množství / rychlost m ³ . hod ⁻¹ / m . s ⁻¹
10 cm od podlahy 30 cm od podlahy	0,18		
v 1m nad podlahou	0,23		
ve 2m nad podlahou	0,28		
pod stropem		1075 / 2,1	

Měřicí bod č.80			
Vzdálenost:	hodnota rychlosti proudění v prostoru $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Nejbližší vyústný element množství / rychlost $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1} / \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Další blízký element (do 5m do předch.) množství / rychlost $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1} / \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
10 cm od podlahy	0,29		
30 cm od podlahy			
v 1m nad podlahou	0,35		
ve 2m nad podlahou	0,56		
pod stropem		1075 / 2,1	

Měřicí bod č.81			
Vzdálenost:	hodnota rychlosti proudění v prostoru $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Nejbližší vyústný element množství / rychlost $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1} / \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Další blízký element (do 5m do předch.) množství / rychlost $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1} / \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
10 cm od podlahy	0,32		
30 cm od podlahy			
v 1m nad podlahou	0,44		
ve 2m nad podlahou	0,51		
pod stropem		1070 / 2,1	

Měřicí bod č.82			
Vzdálenost:	hodnota rychlosti proudění v prostoru $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Nejbližší vyústný element množství / rychlost $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1} / \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Další blízký element (do 5m do předch.) množství / rychlost $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1} / \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
10 cm od podlahy	0,09	430 / 1,7	
30 cm od podlahy			
v 1m nad podlahou	0,12		
ve 2m nad podlahou	0,26		
pod stropem			

Průměrná hodnota dvanácté měřené řady:		
10 cm od podlahy	0,21	m/s
v 1m nad podlahou	0,28	m/s
ve 2m nad podlahou	0,39	m/s

Dvanáctá měřená řada:

CELKEM (průměr)	0,29	m/s	Rychlost vzduchu v prostoru
------------------------	-------------	------------	------------------------------------

168084	m³ . hod⁻¹	teoretický průtok vzduchu
---------------	---	----------------------------------

Měřicí bod č.83			
Vzdálenost:	hodnota rychlosti proudění v prostoru m . s ⁻¹	Nejbližší vyústný element množství / rychlost m ³ . hod ⁻¹ / m . s ⁻¹	Další blízký element (do 5m do předch.) množství / rychlost m ³ . hod ⁻¹ / m . s ⁻¹
10 cm od podlahy 30 cm od podlahy	0,25	510 / 1,4	
v 1m nad podlahou	0,29		
ve 2m nad podlahou	0,36		
pod stropem			1075 / 2,1

Měřicí bod č.84			
Vzdálenost:	hodnota rychlosti proudění v prostoru m . s ⁻¹	Nejbližší vyústný element množství / rychlost m ³ . hod ⁻¹ / m . s ⁻¹	Další blízký element (do 5m do předch.) množství / rychlost m ³ . hod ⁻¹ / m . s ⁻¹
10 cm od podlahy 30 cm od podlahy	0,26		510 / 1,4
v 1m nad podlahou	0,32		
ve 2m nad podlahou	0,65		
pod stropem		1075 / 2,1	

Měřicí bod č.85			
Vzdálenost:	hodnota rychlosti proudění v prostoru $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Nejbližší vyústný element množství / rychlost $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1} / \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Další blízký element (do 5m do předch.) množství / rychlost $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1} / \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
10 cm od podlahy 30 cm od podlahy	0,35		510 / 1,4
v 1m nad podlahou	0,48		
ve 2m nad podlahou	0,69		
pod stropem		1075 / 2,1	

Měřicí bod č.86			
Vzdálenost:	hodnota rychlosti proudění v prostoru $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Nejbližší vyústný element množství / rychlost $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1} / \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Další blízký element (do 5m do předch.) množství / rychlost $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1} / \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
10 cm od podlahy 30 cm od podlahy	0,31		510 / 1,4
v 1m nad podlahou	0,51		
ve 2m nad podlahou	0,9		
pod stropem		1075 / 2,1	

Měřicí bod č.87			
Vzdálenost:	hodnota rychlosti proudění v prostoru $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Nejbližší vyústný element množství / rychlost $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1} / \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Další blízký element (do 5m do předch.) množství / rychlost $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1} / \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
10 cm od podlahy 30 cm od podlahy	0,35		510 / 1,4
v 1m nad podlahou	0,45		
ve 2m nad podlahou	0,62		
pod stropem		1075 / 2,1	

Průměrná hodnota třinácté měřené řady:		
10 cm od podlahy	0,30	m/s
v 1m nad podlahou	0,41	m/s
ve 2m nad podlahou	0,64	m/s

Třináctá měřená řada:			
CELKEM (průměr)	0,45	m/s	Rychlost vzduchu v prostoru
	218700	m ³ . hod ⁻¹	teoretický průtok vzduchu

15.6. Zhodnocení měření

Hodnota teoretického průtoku vzduchu je , v tomto případě, irelevantní, protože v prostoru se nachází tolik otvorů, jež ovlivňují toto množství (přefukem) vzduchu, že použitý měřicí přístroj je pro zjištění množství vzduchu nedostatečný. Dále zde figuruje vyšší rychlost proudění z důvodu rozdílných teplot mezi venkovním a vnitřním prostředím, tímto rozdílem je ovlivněn použitý měřicí přístroj. Dle dohody se zástupcem ISP, ale nemohla být použita jiná metoda měření, protože bych narušil (omezil) provoz centra. Díky těmto výsledkům je také potřeba podotknout, že z těchto hodnot nelze provést statistické vyhodnocení. Statistické vyhodnocení bychom mohli provést v případě, že měření by bylo několikrát opakováno. Z výše uvedených tabulek, hodnot, je zřejmé, že vzduch v těchto garážích „nestojí“ a tudíž, prostor je dobře provětrán. V tomto objektu, při chodu ventilátorů, nebude v žádném z míst překročena zdraví škodlivá hodnota koncentrace CO.

16. Měření rychlosti proudění vzduchu v otevřených garážích v OC v Brně, na ulici Vídeňská

16.1. Schválení měření zástupce obchodního řetězce Intersparu

Přílohou č.1 je emailová korespondence, z níž vyplývá schválení měření od zástupce obchodního řetězce ISP pana Ing. Bartose.

16.2. Umístění objektu

Objekt se nachází v jižní části města Brna na ulici Vídeňská. Stavebně se jedná o dvoupodlažní objekt, z čehož jedno patro (spodní) zaujímají garáže. K objektu je přistavena administrativní čtyřpodlažní budova a vnitřní vestavek pro zázemí prodejny, ve kterém jsou zřízeny kanceláře, šatny a technické místnosti.



Obrázek č. 13, 14: Pohled na vstup pro zákazníky





Obrázek č. 15 - 18: Pohledy na vjezdy do garáží





Obrázek č. 19 - 22: Foto z vnitřních prostor garáží

16.3. Popis samotného měření rychlosti proudění vzduchu v prostoru

Pro měření jsem si vybral body, jež jsou zakresleny na výkrese. Měřil jsem rychlost proudění ve výšce, v jednotlivých bodech, v 10cm, v jednom metru a dále ve dvou metrech od podlahy. K měření rychlosti proudění vzduchu jsem použil termický anemometr AIFLOW TA5 (kalibrovaný).

Na výkrese je zakreslen směr větru, dále je zde uvedena rychlost větru a venkovní teplota. Teplota vnitřního prostoru garáží, byla ovlivněna teplotou povrchu stěn a stropu. Teploty jednotlivých měřících míst jsou uvedeny v přiložených tabulkách, které následují.

16.4. Data jednotlivých měřících bodů

Tabulka 103 - 120: Data měřících bodů –OC Brno, Vídeňská

Měřící bod č.1	Hodnota rychlosti proudění v měřícím místě $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Teplota v měřícím místě $^{\circ}\text{C}$
Vzdálenost:		
10 cm od podlahy	1,25	13,2
v 1m nad podlahou	1,4	14
ve 2m nad podlahou	1,4	14

Měřící bod č.2	Hodnota rychlosti proudění v měřícím místě $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Teplota v měřícím místě $^{\circ}\text{C}$
Vzdálenost:		
10 cm od podlahy	0,75	14
v 1m nad podlahou	0,82	14
ve 2m nad podlahou	1,1	14

Měřící bod č.3	Hodnota rychlosti proudění v měřícím místě $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Teplota v měřícím místě $^{\circ}\text{C}$
Vzdálenost:		
10 cm od podlahy	0,81	13,3
v 1m nad podlahou	1	13,7
ve 2m nad podlahou	1,05	13,5

Měřicí bod č.4		
Vzdálenost:	Hodnota rychlosti proudění v měřicím místě $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Teplota v měřicím místě $^{\circ}\text{C}$
10 cm od podlahy	0,65	13,8
v 1m nad podlahou	0,72	13,7
ve 2m nad podlahou	0,83	14,2

Měřicí bod č.5		
Vzdálenost:	Hodnota rychlosti proudění v měřicím místě $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Teplota v měřicím místě $^{\circ}\text{C}$
10 cm od podlahy	0,92	13,8
v 1m nad podlahou	1,1	13,7
ve 2m nad podlahou	0,93	14,5

Měřicí bod č.6		
Vzdálenost:	Hodnota rychlosti proudění v měřicím místě $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Teplota v měřicím místě $^{\circ}\text{C}$
10 cm od podlahy	0,74	14
v 1m nad podlahou	0,76	14,3
ve 2m nad podlahou	0,82	14,7

Měřicí bod č.7		
Vzdálenost:	Hodnota rychlosti proudění v měřicím místě $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Teplota v měřicím místě $^{\circ}\text{C}$
10 cm od podlahy	0,82	14
v 1m nad podlahou	0,88	14,3
ve 2m nad podlahou	0,75	14,7

Měřicí bod č.8		
Vzdálenost:	Hodnota rychlosti proudění v měřicím místě $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Teplota v měřicím místě $^{\circ}\text{C}$
10 cm od podlahy	0,48	14,2
v 1m nad podlahou	0,65	14
ve 2m nad podlahou	0,53	14,3

Měřicí bod č.9		
Vzdálenost:	Hodnota rychlosti proudění v měřicím místě $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Teplota v měřicím místě $^{\circ}\text{C}$
10 cm od podlahy	0,93	13,6
v 1m nad podlahou	1,25	14
ve 2m nad podlahou	0,95	14,6

Měřicí bod č.10		
Vzdálenost:	Hodnota rychlosti proudění v měřicím místě $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Teplota v měřicím místě $^{\circ}\text{C}$
10 cm od podlahy	0,95	13,5
v 1m nad podlahou	1,17	14
ve 2m nad podlahou	0,89	14,5

Měřicí bod č.11		
Vzdálenost:	Hodnota rychlosti proudění v měřicím místě $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Teplota v měřicím místě $^{\circ}\text{C}$
10 cm od podlahy	0,83	14,1
v 1m nad podlahou	0,89	14,4
ve 2m nad podlahou	0,77	14,8

Měřicí bod č.12		
Vzdálenost:	Hodnota rychlosti proudění v měřicím místě $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Teplota v měřicím místě $^{\circ}\text{C}$
10 cm od podlahy	0,93	13,2
v 1m nad podlahou	1,25	14,1
ve 2m nad podlahou	0,95	14,5

Měřicí bod č.13		
Vzdálenost:	Hodnota rychlosti proudění v měřicím místě $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Teplota v měřicím místě $^{\circ}\text{C}$
10 cm od podlahy	1,05	13,5
v 1m nad podlahou	1,32	14
ve 2m nad podlahou	1,22	14

Měřicí bod č.14		
Vzdálenost:	Hodnota rychlosti proudění v měřicím místě $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Teplota v měřicím místě $^{\circ}\text{C}$
10 cm od podlahy	0,46	13,8
v 1m nad podlahou	0,52	14,2
ve 2m nad podlahou	0,42	14,8

Měřicí bod č.15		
Vzdálenost:	Hodnota rychlosti proudění v měřicím místě $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Teplota v měřicím místě $^{\circ}\text{C}$
10 cm od podlahy	1,18	13,7
v 1m nad podlahou	1,32	14,4
ve 2m nad podlahou	1,26	14,6

Měřicí bod č.16		
Vzdálenost:	Hodnota rychlosti proudění v měřicím místě $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Teplota v měřicím místě $^{\circ}\text{C}$
10 cm od podlahy	0,83	14
v 1m nad podlahou	0,92	14,3
ve 2m nad podlahou	0,72	14,5

Měřicí bod č.17		
Vzdálenost:	Hodnota rychlosti proudění v měřicím místě $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Teplota v měřicím místě $^{\circ}\text{C}$
10 cm od podlahy	1,29	13,7
v 1m nad podlahou	1,4	14
ve 2m nad podlahou	1,32	14

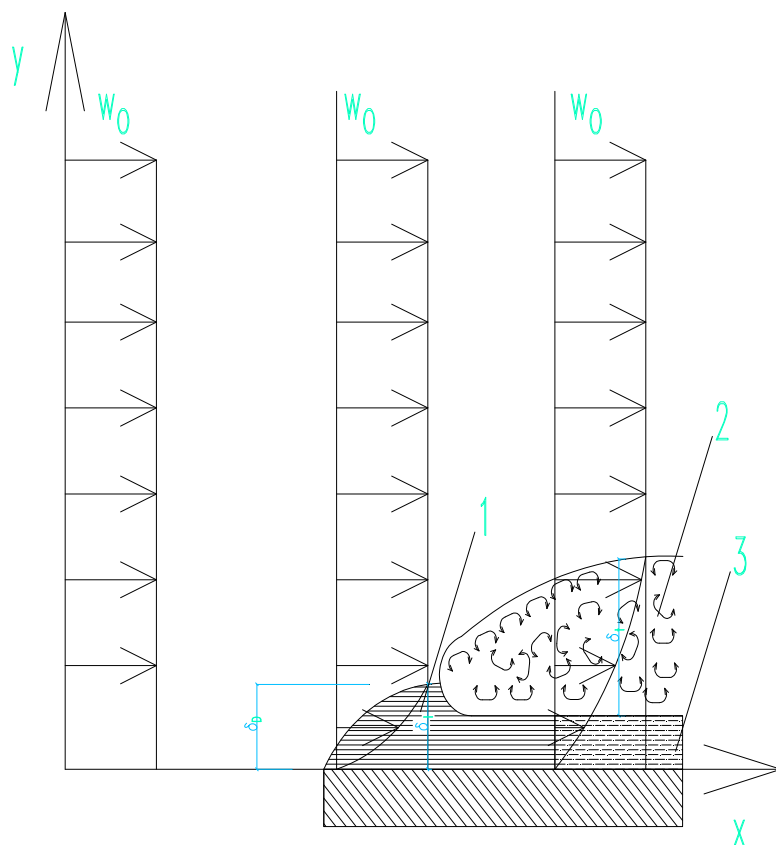
Měřicí bod č.18		
Vzdálenost:	Hodnota rychlosti proudění v měřicím místě $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	Teplota v měřicím místě $^{\circ}\text{C}$
10 cm od podlahy	1,16	13,8
v 1m nad podlahou	1,32	14
ve 2m nad podlahou	1,05	14,1

16.5. Vyhodnocení měření

Dle naměřených hodnot můžu konstatovat, že garáže, v nichž bylo měřeno, se chovají jako venkovní otevřený prostor a splňují podmínky normy [3].

V některých místech je zohledněno proudění vzduchu dle obrázku, kde je zakresleno podélné obtékání tělesa neohraničeným proudem vzduchu:

Obrázek č. 23: Vývoj laminární a turbulentní dynamické mezní vrstvy (DMV) při podélném obtékání tělesa neohrazeným proudem vzduchu dle [23]



kde: w_0 – rychlost vzduchu,

1 - DMV laminární s tloušťkou δ_l

2 - DMV turbuletní s tloušťkou δ_t

3 - DMV vždy laminární, je to tenká podvrstva turbulentní DMV

Tento obrazec vzniká u stěn, stropů, překážek, které brání v proudu vzduchu. Na povrchu stěny (překážky) je rychlost vzduchu nulová. [23]

18. Závěr

S ohledem na výsledky měření, se přikláním k možnosti výpočtu potřebného množství vzduchu dle ÖNORM H 6003 [4], nebo VDI 2053 [6]. A to z důvodu, že v době vydání normy, byl vozový park jiného složení, než v okolních, tehdy v „západních“ státech. Nyní si troufám tvrdit, že vozové parky členských států Evropské unie jsou si svým složením velmi podobné. Proto se přikláním k názoru odborníků z praxe, že naše ČSN 706058 [3] je zastaralá a měla by doznat změn, respektive by měl být vydán buď aktualizovaný předpis (Nařízení vlády, nebo vyhláška), nebo tuto normu by měla nahradit norma nová, aktuální.

K měření v obou objektech: aby bylo možno statisticky posoudit měřicí metody, mělo by se měření několikrát opakovat a upřesňovat, popřípadě provést ve stavebně a výbavou odlišných objektech, s možností využití přesnější měřicí metody. K tomuto je nutno vyžádání souhlasu majitele objektu, z důvodu nutného omezení provozu.

19. Seznam použité literatury a norem

- [1] ČSN 73 0802: Požární bezpečnost staveb – Nevýrobní objekty. ČNI: Praha, prosinec 2000
- [2] ČSN 73 6057: Jednotlivé a řadové garáže – Základní ustanovení (platnost od 1.6.1988, změna Z1 – únor 2001)
- [3] ČSN 73 6058: Hromadné garáže – Základní ustanovení (platnost od 1.8.1988, změna a – 10/88, změna b – 08/89, změna Z3 – únor 2001)
- [4] ÖNORM H 6003: Lüftungstechnische Anlagen für Garagen. Grundlagen, Planung, Dimensionierung, 1997
- [5] SWKI Richtlinie 96-1: Lüftungsanlagen für Fahrzeug-Eintellhallen, 1997
- [6] VDI 2053 Blatt 1 Raumluftechnische Anlagen für Garagen und Tunnel. Garagen, 1995
- [7] Vyhláška č. 6/2003 Sb., kterou se stanoví hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí pobytových místností některých staveb
- [8] Vyhláška ministerstva pro vnitřní rozvoj č. 137/1998 Sb., o obecných technických požadavcích na výstavbu
- [9] Nařízení vlády č. 148/2006 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací
- [10] Nařízení vlády č. 163/2002 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na vybrané stavební výrobky v platném znění
- [11] Vyhláška ministerstva vnitra č. 246/2001 Sb., o požární prevenci, ve znění pozdějších předpisů
- [12] Vyhláška ministerstva životního prostředí č. 356/2002 Sb., kterou se stanoví seznam znečišťujících látek, obecné emisní limity, v platném znění
- [13] Nařízení vlády č. 361/2007., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci
- [14] Vyhláška č. 499/2006 Sb., o dokumentaci staveb
- [15] Vyhláška č. 526/2006 Sb., kterou se provádějí některá ustanovení stavebního zákona ve věcech stavebního řádu

- [16] Zákon č. 86/2002 Sb., o ochraně ovzduší a o změně některých dalších zákonů (zákon o ochraně ovzduší), v platném znění
- [17] Zákon č.183/2006Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon), v platném znění
- [18] Zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů, v platném znění
- [19] Chyský J., Hemzal K. a kol.: Větrání a klimatizace, Bolit – B press, Brno 1993, s. 490 ISBN 80-901574-0-8
- [20] Drkal F.: Větrání podzemních garáží, časopis Vytápění větrání instalace 5/2003
- [21] Maršík M.: Větrání garáží 2007, Interní materiál fy. AZ Klima
- [22] Pavelek M., Štětina J.: Experimentální metody v technice prostředí, CERM, Brno 2007, s.215 ISBN 978-80-214-3426-4
- [23] Székyová M., Ferstl K., Nový R.: Vetrание a klimatizácia, Jaga group, Bratislava 2004, s. 422. ISBN 80-8076-000-4
- [24] WHO (1979) – kongres světové zdravotnické organizace „o dohodnutých podmínkách o účincích na zdraví a hodnocení rizik a posouzení nebezpečnosti pro životní prostředí, zpráva pracovní skupiny (EHE/EHC/79.19), Světová zdravotnická organizace, Ženeva

20. Seznam obrázků

Obrázek 1: Obsah COHb v krvi v závislosti na intenzitě dýchání dle [24]

Obrázek 2: Podzemní garáž s toboganovým přístupem [21]

Obrázek 3: Podzemní garáž s rampovým přístupem [21]

Obrázek č. 4: Pohled na hlavní vstup OC ISP Jablonec

Obrázek č. 5: Pohled na vjezd do podzemních garáží

Obrázek č. 6 až 12: Foto z vnitřních prostor garáží

Obrázek č. 13, 14: Pohled na vstup pro zákazníky

Obrázek č. 15 - 18: Pohledy na vjezdy do garáží

Obrázek č. 19 - 22: Foto z vnitřních prostor garáží

Obrázek č. 23: Vývoj laminární a turbulentní dynamické mezní vrstvy při podélném obtékání tělesa neohrazeným proudem vzduchu dle [23]

21. Seznam tabulek

Tabulka 1: Emise oxidu uhelnatého jednoho vozidla dle ÖNORM H 6003 [4]

Tabulka 2: Frekvence výměny vozidel v garážích [6], [20]

Tabulka 3 - 102 : Data měřících bodů a jednotlivých měřících řad – OC Jablonec

Tabulka 103 - 120: Data měřících bodů –OC Brno, Vídeňská

21. Seznam příloh

Příloha č. 1: Souhlas jednatele firmy pana Ing. Miroslava Čížka s použitím materiálů fy AZ KLIMA, s.r.o.

Příloha č. 2: Souhlasné stanovisko zástupce obchodního řetězce pana Ing. Vladimíra Bartose k měření v jejich objektech.

Příloha č. 3: Výkres 1.PP OC Jablonec se zakreslením měřících bodů a s určením množství vzduchu dle doby chodu motoru

Příloha č. 4: Protokoly o spuštění a odzkoušení ventilátorů

Příloha č. 5: Protokoly o zaregulování

Příloha č. 6: Výkres se zakreslením měřících bodů OC Brno, Vídeňská ulice